தாவர உள்ளமைப்பியல், கட்டையியல், கருவியல்

(Plant Anatomy, Wood Science and Embryology)

முனைவர் சு. அமர்ஜோதி

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
காமராசர் சாலை, சென்னை - 600 005.

தாவர உள்ளமைப்பியல், கட்டையியல், கருவியல்

(Plant Anatomy, Wood Science and Embryology)

முனைவர் சு. அமர்ஜோதி

தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம்
காமராசர் சாலை, சென்னை - 600 005.

முதற் பதிப்பு	:	2011
மதிப்புரிமை	:	தமிழ்நாடு மாநில உயர்கல்வி மன்றம் சென்னை - 600 005.
நூலின் பெயர்	:	தாவர உள்ளமைப்பியல், கட்டையியல், கருவியல்
நூலாசிரியர்	:	முனைவர் சு.அமர்ஜோதி, தாவரவியல் இணைப்பேராசிரியர் மாநிலக்கல்லூரி, சென்னை - 600 005.
மறு ஆய்வு செய்தவர்	:	முனைவர் கே.வி.கிருஷ்ணமூர்த்தி, வருகைதரு பேராசிரியர், உயிர் தகவலியல் துறை, பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம், திருச்சிராப்பள்ளி - 620 024.
தமிழ் திருத்தம் செய்தவர்	:	முனைவர் கி.ஆதிநாராயணன், இணைப்பேராசிரியர், தமிழ்த்துறை, அரசினர் ஆடவர் கலைக் கல்லூரி (தன்னாட்சி) நந்தனம், சென்னை - 600 035.
விலை	:	ரூ. 73 00
அச்சிட்டோர்	:	மீரா ஆப்செட் பிரிண்டர்ஸ் எண். 104, வி.ஆர். பிள்ளை தெரு, திருவல்லிக்கேணி, சென்னை - 5 செல் : 9444243031

DR. T.P.M. LIBRARY
MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY
99134

பொருளடக்கம்		
வரிசை எண்.	தலைப்பு	பக்கம்
1.	செல்	1
	அ. செல் அமைப்பு	2
	ஆ. செல் சுவர்	7
2.	ஆக்குத் திசுக்கள்	19
	அ. தண்டு நுனியாக்குத் திசு	22
	ஆ. வேர் நுனியாக்குத் திசு	26
	இ. புரோகேம்பியம்	30
	ஈ. இடைப்பட்ட ஆக்குத் திசு	32
3.	திசுக்கள்	34
	அ. தனித்த திசுக்கள்	36
	1. பாரெங்கைமா	36
	2. கோலங்கைமா	40
	3. ஸ்கிளீரெங்கைமா	42
	4. கடத்திச் செல்கள்	50
	ஆ. கூட்டுத் திசுக்கள்	52
	1. சைலம்	53
	2. ஃபுளோயம்	65
4.	புறத்தோல்	74
	அ. புறத்தோல் திசு	74
	ஆ. இலைத்துளை	78
5.	சுரக்கும் அமைப்புகள்	84
	அ. லேடக்ஸ் சுரப்பிகள்	87
	ஆ. ரெசின் குழாய்கள்	90
	இ. பசைப் பொருள் குழாய்கள்	91
	ஈ. நறுமணச் சுரப்பிகள்	92
	உ. தேன் சுரப்பிகள்	93
6.	இலை	95
	அ. இலைகளின் உள்ளமைப்பு	95
	ஆ. இலை உதிர்தல்	104
	இ. இலைக் காம்பின் உள்ளமைப்பு	106
7.	கணு உள்ளமைப்பு	109
8.	முதனிலை உள்ளமைப்பு	112
	அ. தண்டுகளின் முதனிலை உள்ளமைப்பு	112
	ஆ. வேர்களின் முதனிலை உள்ளமைப்பு	115

9.	இரண்டாம் நிலை உள்ளமைப்பு	118
	அ. இருவிதையிலைத் தண்டு, வேர் - குறுக்கு வளர்ச்சி	118
	ஆ. பெரிடெர்ம்	125
10.	கேம்பியத்தின் மாறுபட்ட செயல் திறன்	132
	அ. தனிப்பட்ட முதனிலை அமைப்பு	132
	ஆ. தண்டு – தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி	135
	இ. வேர் - தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி	142
	ஈ. ஒருவிதையிலைத் தண்டு – முதனிலை குறுக்கு வளர்ச்சி	144
11.	பக்க வேர், பக்கக்கிளைகளின தோற்றம்	148
12.	காயம் ஆறுதல், ஒட்டு இணைதல்	150
13.	மலர்களில் வாஸ்குல அமைப்பு	153
14.	குனிகளில் வாஸ்குல அமைப்பு	159
15.	கட்டைகளின் உள்ளமைப்பியல்	162
	அ. வாஸ்குல கேம்பியம்	164
	ஆ. திண்மரக்கட்டையின் உள்ளமைப்பு	169
	இ. எதிர் இயக்கக் கட்டைகள்	175
	ஈ. கட்டைகளின் இனவளர்ச்சி, பரிணாமம்	176
	உ. கட்டைகளின் வளநிலை அமைப்பு, வடுப்படும் நிலை	178
	ஊ. கட்டைகளின் பயன்பாடு, தொழில் நுட்பம்	183
16.	கருவியல்	188
	அ. நுண்வித்தகம் (மைக்ரோஸ்பொராஞ்சியம்)	190
	ஆ. ஆண்கேமீட்டகத் தாவரம் (ஆண்கேமீட்டோஃபைட்)	196
17.	அ. பெருவித்தகம் (மெகாஸ்பொராஞ்சியம்)	210
	ஆ. பெண்கேமீட்டகத் தாவரம் (பெண்கேமீட்டோஃபைட்)	216
18.	மகரந்தச்சேர்க்கை	229
19.	கருவுறுதல்	234
20.	எண்டோஸ்பெர்ம்	242
21.	கருவளர்ச்சி	250
22.	செய்முறை சார்ந்த சோதனைக் கருவியல்	261
	மேற்கோள் நூல் பட்டியல்	272
	ஆசிரியர் மேற்கோள்	272
	கலைச்சொற்கள்	279

1. செல் (Cell)

எல்லா உயிரினங்களின் அடிப்படை அலகாக அமைந்துள்ளது செல் ஆகும். செல்லைக் குறித்து எல்லா அடிப்படைத் தகவல்களையும் தெரிவிக்கும் அறிவியல் பாடம் செல்லியல் (Cytology) எனப்படும். முதன் முதலில் 'செல்' என்ற பெயரை ராபர்ட் ஹுக் (Robert Hooke, 1665) எனும் அறிவியலார் அறிமுகப்படுத்தினார். அவர் கார்க் செல்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை எளிய நுண்நோக்கியில் காணும் போதும் அது, பல அறைகளால் பகுக்கப்பட்டிருப்பது போல் தோன்றியதால் 'அறை' என்ற பொருள் தரும் 'செல்' என்ற சொல்லைப் பயன்படுத்தினார். எல்லா உயிரினங்களும் செல்களால் ஆனது என்பதை ஸ்கிளிடென் (Schleiden), ஸ்க்வான் (Schwann) என்ற ஜெர்மானிய ஆய்வாளர்கள் 19-ம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் செல்கோட்பாட்டின் (Cell theory) மூலம் உறுதி செய்தனர். செல்களில் கோளவடிவில் உட்கரு உள்ளது என்பதை ராபர்ட் பிரௌன் (Robert Brown, 1831) என்பவரும், பாய்ம அமைப்பில் புரோட்டோபிளாசம் உள்ளது என்பதை ஹுகோ வான்மோல் (Hugo von Mohl, 1846) என்ற வல்லுனரும் அறிமுகம் செய்தனர். மேலும் செல்களில் எண்ணற்ற கணிகங்கள் அமைந்திருப்பதை ஷிம்பர் மற்றும் மேயர் (Shimper & Mayer, 1880) கண்டுபிடித்தனர். 1950-ம் ஆண்டிற்குப் பிறகு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட எலக்ட்ரான் நுண்நோக்கிகள் (TEM – Transmission Electron Microscope, SEM – Scanning Electron Microscope) உதவியால் செல்லியல் வெகுவிரைவில் வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. மேலும், பல்வேறு தரப்பட்ட ஒளிநுண்நோக்கிகள் எடுத்துக்காட்டாக மருள்-ஒளி நுண்நோக்கி (Dark-field microscope), ஒளிகட்ட – மாறுபாடு நுண்நோக்கி (Phase-contrast microscope), ஒளிமுனைவு நுண்நோக்கி (Polarized Light microscope) மற்றும் சுய ஊடுகதிர் படமெடுப்பு (Autoradiogrphy) எக்ஸ்-ஒளிக்கதிர் விலகல் (X-ray diffraction) போன்ற தொழில் நுட்பங்கள் இன்றைய செல்லியல், செல்லினைப் பற்றிய விரிவான, அளப்பரிய தகவல்களை நமக்குத் தந்துள்ளன.

அ. செல் அமைப்பு : (படம் - 1.1):

ஒவ்வொரு செல்லும் நன்கு உருவாக்கப்பட்ட செல் சுவரால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. செல் சுவர், செல்லுக்கு ஒரு வரம்பு அடுக்காகவும் அதே சமயத்தில் குறிப்பிட்டதொரு வடிவத்தையும் கொடுக்கிறது. பாலிசாக்கரைடுகளும் புரதங்களும் கலந்த தளப்பொருளில் செல்லுலோஸ் எனும் இழை படிவதால் செல்சுவர் தோன்றுகிறது. மேலும், செல்லின் செயல் திறனுக்கு ஏற்ற வகையில் செல் சுவர் பொருட்களான பெக்டின், லிக்னின், கைடின், சூபரின் போன்றவை படிந்தும் காணப்படும்.

செல்லின் உட்பொருளாக அமைந்திருப்பது புரோட்டோபிளாசம் எனப்படும். புரோட்டோபிளாசத்தில் உயிர்ப்புத் தன்மை கொண்ட எண்ணற்ற செல் அங்கங்களும், உயிரற்ற செல் பொருட்களும் காணப்படுகின்றன. புரோட்டோபிளாசத்தில் உட்கருவினை தவிர்த்து ஏனைய அமைப்புகளும் ஒருங்கமைந்து சைட்டோபிளாசம் என அழைக்கப்படுகிறது. சைட்டோபிளாசம் குழைப்பாய்மமான (semi-fluid) திரவப்பொருள். இதில் 85 முதல் 95 விழுக்காடு நீர், இடையீட்டுப் பொருளாகக் (medium) காணப்படுகிறது. மேலும் இதில் கரிம, கனிமப் பொருட்கள், புரதத்தின் பெரிய மூலக்கூறுகள் போன்றவை விரவிக் காணப்படுகின்றன. சைட்டோபிளாசத்தில் ஏற்படும் நிலைமாற்றங்கள் சைட்டோபிளாச இயக்கம் (Cytoplasmic streaming) எனப்படும். ஒரு சில தாவரங்களில், எடுத்துக்காட்டாக இலோடியா (*Elodea*) இலை, ஹைட்ரில்லா இலை, காமிலினா மகரந்தத் தாள்களின் வளரிகள் போன்றவற்றில் சைட்டோபிளாச இயக்கத்தை ஒளி நுண்நோக்கியின் உதவியுடன் காணலாம். மேலும் சைட்டோபிளாசத்தில் நுண் குமிழ்ப் பைகள் உயிர்ப்புத் தன்மை கொண்ட கணிகங்கள், மைட்டோகாண்டிரியங்கள், எண்டோபிளாசவலை, ரிபோசோம்கள், கோல்ஜி அங்கங்கள் (டிக்டியோசோம்கள்), ஸ்ஃபீரோசோம்கள், லைசோசோம்கள், மைக்ரோசோம்கள் போன்றவை காணப்படுகின்றன (படம். 1.2). சைட்டோபிளாசத்தின் வரம்பாகக் காணப்படுவது பிளாஸ்மாலெம்மா என்ற மென்படலமாகும். எல்லா செல் அங்கங்களும் இரட்டைப் படலத்தால் சூழப்பட்டவை. இப்படலம் அலகுப் படலம் (unit membrane) எனப்படும். இப்படலம் 2.5nm குறுக்களவு கொண்ட ஈரடுக்கு லிப்பிடும் 3.5nm தடிப்பு கொண்ட புரத அடுக்காலும் ஆனது.

பிளாஸ்மாலெம்மா (படம். 1.11), **எக்டோபிளாஸ்ட்** என்றும் **பீட்டாசைட்டோ படலம்** (β-cytomembrane) என்றும் அழைக்கப்படும். இப்படலம் 75 முதல் 100 µm வரை தடிப்புத் தன்மைக் கொண்டது. பிளாஸ்மாலெம்மா விளிம்புகள் ஆங்காங்கே உட்குழிவாக வளர்ந்து சிறிது சைட்டோபிளாசத்துடன் குமிழிகளாகக் காணப்படும். எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியில் காணும் போது இவை செல்சுவருக்கும் பிளாஸ்மாலெம்மாவிற்கும் இடையே படலங்கள் உள்ள குமிழிகளாகக் காணப்படும். இது **பிளாஸ்மாலெம்மாசோம்** (Plasmalemasome) எனப்படும். இவை சுரக்கும் வேலையையும் (Fahn, 1979), சுவர்ப்பொருள் படிவதிலும் (Cox & Juniper, 1973) பங்கு கொள்கிறது. பிளாஸ்மாபடலத்தின் நுண் அமைப்பினை டாவ்சன், டெனெய்லி (படம்.1.11A), ராபெர்ட்சன் (படம்.1.11B) போன்றோரின் மாதிரி அமைப்புகள் மூலம், புரதம், லிப்பிட் மூலக்கூறுகள் அமைந்துள்ள விதத்தை அறிந்து கொள்ளலாம்.

எண்டோபிளாசவலைப்பின்னல் (படம்.1.2): இது ஆல்ஃபா சைட்டோபிளாச படலத்தால் (α-cytomembrane) ஆனது. இப்படலம் சைட்டோபிளாசம் முழுவதும் விரவியவண்ணமாக வலைப்பின்னல் வடிவில் காணப்படுகிறது. இது இரட்டை அலகுப்படலத்தை கொண்டுள்ளது. இப்படலங்கள் புரதம், கொழுப்புப் பொருட்களால் ஆனது. மேலும் இது அடுக்கடுக்காக அமைந்து நீண்ட குழல், அல்லது பை போன்ற அமைப்பிலும் காணப்படும். உட்கரு சுவருடன் இணைந்த வண்ணமிருக்கும் சைட்டோபிளாச இழைகளூடே காணப்படும் எண்டோபிளாசவலை, **டெஸ்மோநுண்குழல்** எனப்படும். ரிபோசோம்கள் ஒட்டிய நிலையில் இது சுரசுரப்பானது என்றும் ரிபோசோம்கள் இல்லாத நிலையில் வழவழப்பான எண்டோபிளாசவலை என்றும் அழைக்கப்படும். இது புரதச்சேர்க்கையிலும், செல்லினுள் உட்பொருட்களைக் கடத்தும் வேலையையும், மைக்ரோசோம்கள், மற்றும் கோல்ஜி உடலங்கள் போன்றவற்றை தோன்றுவிப்பதிலேயும், நொதிகள் சுரக்கும் வேலைகளையும் மேற்கொள்கிறது.

கோல்ஜி உடலங்கள் (படம்.1.2): இச்செல் அங்கம் **டிக்டியோசோம்கள்** என்றும் அழைக்கப்படும். இவை தட்டையான பைபோன்ற உடலங்கள் ஆகும். விளிம்புப் பகுதியில் நுண்ணிய குமிழிகள் தொடர்ந்து உண்டாகி, சைட்டோபிளாசத்தில் கலந்து விடுகின்றன. இது தொடர் நிகழ்ச்சியாக நடைபெறுகிறது. இவ்வுடலம் சர்க்கரைப் பொருட்கள்,

பாலிசாக்கரைடுகள், புரத கூட்டுப் பொருட்கள் ஆகியவை சுரப்பதில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது (Fahn, 1979).

மைட்டோகாண்டிரியங்கள் (படம்.1.2) : இது காண்டிரியோசோம் என்றும் அழைக்கப்படும். ஒளிநுண்நோக்கியில் **ஜேனஸ் பச்சை** (Janus Green B) என்ற வண்ணமேற்றி இதனைக் காணலாம். இது கோளம், குச்சி அல்லது மடிப்புகளாகக் காணப்படுகின்றது 0.5 மி.மை. (மில்லி மைக்ரான்) குறுக்களவு கொண்டதாகவும் ஏறத்தாழ 6 மி.மை நீளம் கொண்டதாகவும் காணப்படும். இது இரட்டைப் படலத்தால் ஆனது. உட்படலம் நடுமையத்தை நோக்கி விரல் போன்ற நீட்சிகளை ஏற்படுத்துகிறது. இது **கிரிஸ்டாக்கள்** எனப்படும். மைட்டோகாண்டிரியங்கள் உட்கரு மற்றும் எண்டோபிளாசவலை ஆகியவற்றுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கும். இரட்டைப் படலத்துக்கிடையே புரதம், லிப்பிட் கலந்த கலவை தளப்பொருளாகக் காணப்படுகிறது. மிகச்சிறிய ரிபோசோம்களும் காணப்படுகின்றன. இதில் காணப்படும் நொதிகள், க்ரெப் சூழற்சியிலும் உள்ளதால், இது சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சிக்கு இன்றியமையாத அங்கமாகக் கருதப்படுகிறது. மைட்டோகாண்டிரியா பிரிதலடைந்து தன்னைத்தானே எண்ணிக்கையில் பெருக்கிக் கொள்ளும் இயல்புடையது.

கணிகங்கள் (படம். 1.2) : கணிகங்கள் அமைந்திருப்பது தாவரங்களுக்குரிய சிறப்புப் பண்பாகும். கணிகங்களில் உள்ள நிறமிப்பொருட்களின் அடிப்படையில் மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை: நிறமற்ற கணிகம் **வெளிர்க்கணிகம்** (Leucoplast) என்றும், பச்சைநிறமுடையவை **பசுங்கணிகம்** (Chloroplast) என்றும் பல்வேறு நிறங்கள் கொண்டவை **வண்ணக் கணிகம்** (Chromoplast) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. வெளிர்க்கணிகங்களில் தரசப் பொருட்களை சேமிக்கின்ற கணிகம் **தரசக்கணிகம்** (amyloplast) என்றும் கொழுப்புப்பொருட்கள் சேர்க்கையில் ஈடுபடும் கணிகம் **கொழுப்புக் கணிகம்** (elaioplast) என்றும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

பசுங்கணிகம் :தாவரங்களில் பசுமையான பச்சை வண்ணத்திற்குரிய காரணி பசுங்கணிகங்களே. இவைகள் இலைகளில் பெரும்பாலும் தட்டு, நீள்முட்டை அல்லது வட்டவடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. கீழ்நிலைத் தாவரங்களில் குறிப்பாக பாசிகளில் இவை பட்டையாகவோ, நட்சத்திர அமைப்பிலோ, வலைப்பின்னல் அமைப்பிலோ, சுருள் வடிவிலோ காணப்படுகின்றன. கணிகங்கள் முன்கணிகம் (Proplastid) என்ற நுண்

அமைப்பில் இருந்து தோன்றுகின்றன. இக்கணிகங்கள் பிரிதல் மூலம் எண்ணிக்கையில் அதிகரித்துக் கொள்ளும் தன்மையுடையது. இவற்றில் புரதங்கள், லிப்பிடுகள், சர்க்கரைப்பொருள், நிறமிகளான பச்சையம் a (Chlorophyll-a), பச்சையம் b (Chlorophyll-b), கரோட்டினாய்டுகள், ஆர்.என்.ஏ., டி.என்.ஏ. (R.N.A., D.N.A.) ஆகிய நியுக்ளிய அமிலங்களும் காணப்படுகின்றன.

எலக்ட்ரான் நுண்நோக்கியில் காணும்போது தட்டுப்போன்ற இக்கணிகங்கள் இரட்டைப்படலத்தால் ஆக்கப்பட்டிருப்பது புலப்படும். இவற்றில் நாணயம் போன்ற அமைப்புக்கள் ஒன்றன் மேல் ஒன்று அடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவை **கிரானங்கள்** (granum) எனப்படும். கிரான அடுக்கு **தைலகாய்டு** எனப்படும். இது 0.3 முதல் 1.7 மைக்ரான் அளவுடையது. தளப்பொருள் ஸ்டிரோமா (stroma) எனப்படும். கிரானா அடுக்குகள் நுண் இழைகளால் ஒன்றோடு ஒன்று தொடர்புடையதாக உள்ளன. கிரானாங்களில் காணப்படும் நுண் அமைப்பான குவாண்டசோம்களில் (quantasomes) பச்சைய நிறமிகள் உள்ளன.

வண்ணக்கணிகங்கள் பல்வேறு வகையான வடிவத்தில் உள்ளன. இவைகள் நீண்டும், உருண்டை, கோளம், கோண உருவங்கள் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு வண்ணத்திலுள்ளன. இதற்கு ஆதாரமான சான்தோ∴பில், கரோட்டினாய்டு நிறமிகளைப் பெற்றுள்ளது. மலர்கள், கனிகள் போன்ற பாகங்களில் காணப்படும்.

ரிபோசோம்கள் : இச்செல் அங்கங்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் விரவியவண்ணமாக உள்ளன. எண்டோபிளாச வலைப்பின்னலுடன் ஒட்டியும் காணப்படும். ரிபோசோம்களின் சுவர் இரட்டைப்படலத்தால் ஆனது. 150μm குறுக்களவு கொண்ட ரிபோசோம்கள் புரதச் சேர்க்கையில் பங்குகொள்கின்றன,

ஸ்∴பீரோசோம்கள், லைசோசோம்கள், மைக்ரோசோம்கள் போன்ற நுண் அங்கங்கள் சைட்டோபிளாசத்தில் விரவியுள்ளன. இவை பெரும்பாலும் நொதிகள் சுரப்பதில் பங்கேற்கின்றன.

உட்கரு (படம்.1.2): ஏறத்தாழ **கோள** வடிவமான இவ்வங்கம் சைட்டோபிளாசத்தில் **காணப்படும்.** உட்கரு கொண்ட செல்கள்

மெய்உட்கரு நிலை (Eukaryote) செல் எனப்படும். உட்கருவும் இரட்டைப் படலத்தால் ஆக்கப்பட்ட உறையைக் கொண்டுள்ளது. இதில் பல நுண்துளைகள் உள்ளன. இவற்றின் மூலம் உட்கருவின் உள்ளடக்கப்பொருள் சைட்டோபிளாசத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு செல்லும் பொதுவாக ஓர் உட்கருவினைப் பெற்றிருக்கும். உட்கருவினுள், உட்கருசாறு அல்லது கேரியோலிம்.்.ப் நீர்மம் காணப்படும். இதில் குரோமாட்டின் இழைகள் முறுக்குற்றோ அல்லது வலைப்பின்னல் அமைப்பிலோ காணப்படும். ஒன்று அல்லது ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கோள அமைப்புகள் உட்கருசாறில் காணப்படுகின்றன. இவை நியூக்ளியோலஸ்கள் (nucleoli) எனப்படும். உட்கருவில் இரண்டு உட்கரு அமிலங்கள் உள்ளன. இவற்றில் DNA (டி.என்.ஏ-டிஆக்ஸிரிபோநியூக்ளிக் அமிலம்) பாரம்பரிய பண்புகளை ஒரு செல்லிலிருந்து தோன்றல் செல்லுக்கு எடுத்துச் செல்லும் செயலையும், செல்லின் பல்வேறு செயல்களையும் கட்டுப்படுத்துகிறது. RNA (ரிபோ நியூக்லிக் அமிலம்) புரதச் சேர்க்கையை கட்டுப்படுத்துகிறது.

கரிம, கனிமப் பொருள்கள் (Ergastic substances, படம். 1.3 – 1.9)

செல்களில் நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்றத்தினால் பல தரப்பட்ட கரிம, கனிமப் பொருட்கள் உண்டாகின்றன. இப்பொருட்கள் தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படாத கழிவுப் பொருட்களாகவோ அல்லது சேமிப்புப் பொருட்களாகவோ இருக்கலாம். கார்போஹைட்ரேட், செல்லுலோஸ், தரசம், புரதம், கொழுப்புப் பொருட்கள், தாதுப்பொருட்களாகிய படிகங்கள், டானின், பிசின். கோந்து, ரப்பர், ஆல்கலாய்டுகள் போன்றவை தாவரசெல்களில் காணப்படும் ஒரு சில உயிரற்ற பொருட்களாகும்.

செல்லுலோஸ், தரசம் போன்ற கார்போஹைட்ரேட் பொருட்கள் சேமிப்புப் பொருட்களாகும். பலவிதமான அமைப்பு கொண்ட தரசப் பொருட்கள் செல்களில் காணப்படுகின்றன. தரசம் நுண்மணிகளாக நுண்நோக்கியில் தெரியும். ஒவ்வொரு மணியிலும் நடுப்புறத்தில் ஹைலம் (hilum) என்ற புள்ளியும் அதனைச் சூழ்ந்த வண்ணம் பல வட்டங்களும் காணப்படும். இதன் அடிப்படையில் நடுமைய (concentric) தரசமணி, **உறழ்மைய** (eccentric) தரசமணி, **கூட்டு** தரசமணி (படம்.1.3) போன்ற பல வகைகள் உண்டு. **இனுலின்** (inulin) எனும் சர்க்கரைப் பொருள் விசிறி அமைப்பில் டாலியா தாவரத்தின்

கிழங்கு (படம்.1.6), வேர் செல்களில் காணப்படும். புரதங்கள் அலியூரோன் மணிகளாக (aleurone grains) பல தாவரங்களின் எண்டோஸ்பெர்ம் திசுக்களில் காணப்படுகிறது. டானின் எனும் ஃபீனால் கூட்டுப்பொருள் பெரும்பாலும் செல்களில் காணப்படுகிறது. கால்சியம் கார்பனேட் (படம்.1.7,8,9), கால்சியம் ஆக்சலேட் (படம்.1.4) போன்ற கனிமங்கள் படிக அமைப்புகளில் செல்களில் காணப்படுகின்றன.

ஒளிமுனைவு நுண்நோக்கியில் கால்சியம் ஆக்சலேட் படிகங்களைக் (படம்.1.10) காணும் போது அவை தெளிவாகவும் பல்வேறு வடிவங்கள், வண்ணங்களோடும் இருப்பது புலனாகிறது. ***அகேவ்*** தாவரத்தில் ஏசிகுலார் படிகங்கள் (படம்.1.10.1) ஊசி அமைப்பிலும், ***போர்ஹாவியா*** (படம்.1.10.2) தாவரத்தில் பல ஊசிப் படிகங்கள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு கற்றையாகவும் (ராஃபைடு), ***கிளிரோடெண்டிரானில்*** (1.10.3) கோல் வடிவிலும், இக்சோரா தாவரத்தில் (1.10.4) நீண்ட கூர் அமைப்பு கொண்ட பட்டையான கத்தி போன்றும், ***டிரோகார்பஸில்*** (படம்.1.10.5) சாய்சதுரவடிவிலும், ***லாஜெர்ஸ்ட்ரோமியாவில்*** (படம்.1.10.6) நீள் சதுர வடிவிலும், ***கிளீஸ்டான்தஸ்*** தாவரத்தில் (படம்.1.10.7) சிறு முக்கோண அமைப்பு கொண்ட படிகங்கள் ஒருங்கிணைந்து (டுரூசஸ்) கோள வடிவிலும், ***கேரிகாவில்*** (படம்.1.10.8) ரோச இதழ்கள் போன்றும் (ரோசட்), ***டெக்டோனாவில்*** (படம்.1.10.9) நான்கிதழ் அமைப்பிலும், ***பெகோனியா*** (படம்.1.10.10) தாவரத்தில் மணல் அமைப்பிலும், ***டிரோகார்பஸில்*** (படம். 1.10.11) விசிறி வடிவிலும், டோடாலியா தாவரத்தில் பல விசிறி அமைப்புகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட நிலையில், கிளையுற்ற அமைப்பிலும் (டெண்டிரைடிக்), ***டெர்மினேலியா*** தாவரத்தில் மிகப்பெரிய தட்டையான வட்ட வடிவத்திலும் காணப்படுகின்றன. படிக நுண் அமைப்புகள் மூலிகைத் தாரங்களை இனங்கண்டு கொள்வதில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. மேலும் வகைப்பாட்டியலில் குடும்பம், பேரினம், சிற்றினம் ஆகியவற்றின் இடையில் ஏற்படும் குழப்பங்களையும் சிக்கலான ஐயப்பாடுகளையும் தீர்க்க உதவுகிறது.

ஆ. செல்சுவர் (Cell Wall):

ஒவ்வொரு செல்லையும் சூழ்ந்துள்ள உறைபோன்ற அமைப்பு செல்சுவர் ஆகும். செல்சுவர் அமைந்திருப்பது தாவரங்களுக்குரிய சிறப்புப் பண்பாகும். ஏனெனில் விலங்கினங்களின் செல்லிற்கும், இணைவிகளுக்கும் (கேமீட்கள்) செல்சுவர் காணப்படுவதில்லை.

செல்சுவர், செல்களுக்கு வடிவத்தையும், குறிப்பிட்ட கட்டுமான நயத்தையும் (texture) பாதுகாப்பு உறையாகவும், உறிஞ்சுதல், நீராவிப்போக்கு, உணவுகடத்தல் சுரத்தல் போன்ற செயல்பாடுகளுக்கு துணையாகவும் அமைந்துள்ளது. ஒவ்வொரு செல்லும் இளம்நிலையில் முதனிலை (primary) செல்சுவரைப் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொரு செல்லும் ஒன்றோடு ஒன்று பெக்டின் மற்றும் கால்சியம் கலந்த கூட்டுப்பொருளால் ஆக்கப்பட்ட ஒரு சிறப்பான அடுக்கால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இது நடு அடுக்கு அல்லது **செல்லிடை** அடுக்கு எனப்படும். இது ஒரே சீராகப் படிந்து ஒரு தன்மையதாகக் காணப்படும். முனைவு ஒளிநுண்நோக்கியில் (polarized light) காணும் போது ஒளிச் செறிவு பாதிக்கப்படாத (optically inert) ஐசோட்ரோபிக் (isotropic) இயல்புடையது. பொதுவாக செல்களை வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும் போது இரண்டு அடுத்தடுத்த செல்களின் முதனிலை சுவருடன் நடுவில் உள்ள நடு அடுக்குடன் சேர்ந்த மூவடுக்கு, ஒரே அடுக்குப் போல புலப்படுகிறது. மேலும் இரண்டாம் செல்சுவர், முதனிலை செல்சுவர் மேல் படியும் போது மூவடுக்கு அமைப்புடன் மேலும் இரண்டாம் செல்சுவருடன் சேர்ந்து ஐந்தடுக்கு அமைப்பாகிவிடும். எனவே, குறுக்குவெட்டில் காணும்போது இதனை கூட்டுநடு அமைப்பு என அழைக்கின்றனர். **மென்பதமாக்கி** பிரிவுறுதல் (maceration) முறையில் இவ்வடுக்கை வேதியல் கலவைகளால் கரைத்துவிடும் போது செல்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விடுபட்டு தனித்தனியே பிரிந்து விடுகின்றன.

முதனிலை செல்சுவர் (Primary cell wall): இச்சுவர் ஆக்குத் திசுக்களில் உள்ள மூலசெல்சுவரிலிருந்து செல்கள் பகுப்படையும் போது தோன்றுகின்றது. இது செல்கள் முதிர்ச்சியடையும் வரை பரப்பளவில் வளரக்கூடியது. செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ், பெக்டின் போன்றவைகள் செல்சுவரின் மூல வேதியல் பொருட்களாகும். சில சமயம் லிக்னின் படிந்திருக்கலாம். ஒளிமுனைவு நுண்நோக்கியில் (polarized) காணும் போது ஒளிச்செறிவிற்கு ஏற்றாற் போல் செயல்திறனும் (optically active), ஆனைசோட்ராபிக் (anisotropic) இயல்பும் உடையது. தடிப்புறாத முதனிலை செல்சுவர் மீள் வேறுபாடுறுதல் (dedifferentiation) அடையக்கூடியது.

இரண்டாம் செல்சுவர் (Secondary cell wall): முதனிலை செல்சுவர் மேல், அதாவது செல்லின் உட்புறமாக இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் படிகிறது. இதில் செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் அடிப்படை பொருளாகவும், லிக்னின் எனும் மற்றுமொரு சுவர்ப்பொருளும் காணப்படும். லிக்னின்

படியும் போது வளைய, சூழல், ஏணி, வலைப்பின்னல், குழி தடிப்புகளாக படியக்கூடும் (படம்.1.12). இவ்வடுக்குகளும் ஒளிச்செறிவின் தன்மையின் அடிப்படையில் ஆனைசோட்ராபிக் இயல்பு கொண்டதாகும். மரக்கீடுகள், நார் செல்களில் காணப்படும் இரண்டாம் செல்சுவர் மூன்று தெளிவான அடுக்கால் ஆக்கப்பட்டிருப்பது ஒளிமுனைவு நுண்நோக்கியின் மூலம் காணலாம் (படம்.1.13). அவை, முறையே இ.செ.1., இ.செ.2., இ.செ.3., எனக்குறிப்பிடப்படும் (படம்.1.15). இதில் நடு அடுக்கு அதாவது இ.செ.2 மற்ற அடுக்குகளை விட அகலமாகவும் தடிப்புற்றும் காணப்படும்.

குழிகள் (Pits): முதனிலை செல்சுவர் படியும் போதே ஒரு சில இடங்களில் படியாமல் விட்டுவிடும் அல்லது மிக மெல்லியதாகப் படியும். இவ்விடங்கள் முதனிலை குழிப்பரப்புகள் எனப்படும். இக்குழிகள் மூலம் பிளாஸ்மோடெஸ்மாக்கள் என்ற நுண்ணிய சைட்டோபிளாச இழைகள் அடுத்த செல்லின் சைடோபிளாசத்தோடு தொடர்பு கொண்டு காணப்படும். இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் படியும் போது இக்குழிப் பகுதியை விட்டு விடடு ஏனைய இடங்களில் படிவதால் இக்குழிகள் ஆழமான அமைப்பாக மாறிவிடும் இக்குழிகள் குழிப்பள்ளத்தையும் (pit cavity) குழிப்படலத்தையும் (pit membrane) பெற்றுள்ளது. இக்குழிகள் அடுத்துள்ள செல்களின் செல்சுவரோடு ஒருங்கிணைந்து காணப்படும். இது ஒரு குழிஇணை அல்லது பொதுவாக் குழிஇணை என்றும் அழைக்கப்படும். செல்சுவரினை குறுக்குவெட்டில் காணும்போது குழிப்பள்ளம் செல்லின் மையத்தை நோக்கியும், குழிப்படலம் இரு செல்சுவருக்கும் இடைப்பட்ட பாகத்தில் ஒருங்கமைந்து காணப்படும்.

குழிகள் அவற்றின் தோற்ற அடிப்படையில், பல வகைகளாக கண்டறியப்பட்டுள்ளன. எளிய குழிகள் (Simple pits. படம். 14.1) நீண்ட பள்ளங்களாக, குழிப்படலத்தோடு இரு செல்சுவருக்கு இடையில் ஒரே அமைப்பாகக் காணப்படும். ஒரு சில நேரங்களில் இரண்டாம் செல்சுவர் படியும் போது குழிப்பள்ளத்தின் மேல் அதனை சூழ்ந்த வண்ணம், பார்ப்பதற்கு எடுப்பாக ஒரு வரைபோன்று படிந்து நடுப்புறத்தில் சிறு துவாரத்தோடு காணப்படும். இவ்வகைக் குழிகள் வரையுற்றக் குழிகள் (bordered pit, படம்.1.14B) எனப்படும். இக் குழிகளை நீள்வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும்போது நடுப்புறம் நடு அடுக்கு, முதனிலை குழிப்பரப்பு, அதன்மேல் முதனிலை செல்சுவரும் அதற்கு அடுத்து இரண்டாம் செல்சுவர் சற்று மேலேழுந்த வாரியாக வரையாக காணப்படும். இதில் காணப்படும் நுண்துளை குழி துவாரம் என்றும் அதனைத் தொடர்ந்த குழிப்பள்ளம் குழியறை என்றும் அழைக்கப்படும்.

பொதுவாகக் குழிப்படலம் நடுவில் சிறிது தடிப்புற்று இருக்கும். இது டோரஸ் (Torus) எனப்படும். டோரசைச் சூழ்ந்துள்ள தடிப்புறாத குழிப்படலத்திற்கு மார்கோ (margo) என்றுப்பெயர் (படம்.1.14.B). ஒரு சில செல்களில் ஒருபக்கம் வரையுற்ற குழியும் அதன் ஜோடியாக எளிய குழியும் காணப்பட்டால் அது அரைவரையுற்ற குழி (half-bordered pit) ஆகும். ஒரு சில செல்களில் ஒரு பக்கம் குழியும், அடுத்தப்பக்கம் குழி அமைப்பு ஏதும் இல்லாதிருந்தால் அது குருட்டுக்குழி (blind pit) எனப்படும். ஒரு சில நேரங்களில் ஒரு பக்கச்சுவரில் குழியும் அதன் அடுத்தபக்கம் அதே இடத்தில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட குழிகள் அதன் ஜோடியாகக் காணப்பட்டால் அது சார்புற்ற கூட்டுக் குழிகள் (unilaterally compound pits) எனப்படும். ஒரு சில கடினமான செல்களில் (கல் செல்) ஒரு இடத்தில் காணப்படும் குழியும் மற்றொரு இடத்தில் உள்ள குழியும் செல்சுவர் மிகவும் தடிப்புற்று இருப்பதால் இணைந்து காணப்படும். இதனால் குறுக்கு வெட்டில் இச்செல்களைக் காணும் போது குழிக்கால்வாய்கள் கிளையுற்று காணப்படும். இது கிளையுற்ற குழிகள் (ramiform pits) எனப்படும். ஒரு சில வரையுற்ற குழிகளில் குழிஅறை, குழித்துவாரத்தில் பல நுண்ணிய வளரிகள் காணப்பட்டால் அவை வளரிக் குழிகள் (Vestured pits) ஆகும்.

குழிகளின் அமைவுமுறை (Arrangement of pits)

டிரக்கியரி அங்கங்களின் (வெசல், டிரக்கீடு) பக்கச் சுவர்களில் அமைந்துள்ள குழிகள் அமைவு நான்கு முக்கியப் பிரிவில் அடங்கும். 1. வட்டக் குழி அமைவு (Circular bordered pits) : இவ்வகையில் குழிகளின் வரம்புகள் வட்ட வடிவமாக அமைந்திருக்கும். 2. ஏணிக்குழி அமைவு (scalariform pitting) இவ்வகையில் வரையுற்ற குழிகள் குறுக்குப்போக்கில் நீண்டு ஏணிப்படிகள் போல் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாகக் காணப்படும். 3. எதிர்குழி அமைவு (opposite pitting) இவ்வகையில் வரையுற்ற குழிகள் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக சீர்வரிசையில் காணப்படும். 4. மாற்றுக்குழி அமைவு (alternate pitting) இவ்வகையில் வரையுற்ற குழிகள் ஒன்றுமாறி ஒன்று அமைந்து வரிசை வரிசையாக காணப்படும். குழிகள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும் போது, அழுத்தத்தினால் குழிகளின் வரைகள் அழுத்தப்பட்டு வட்டமான வரைகள் சதுரம் அல்லது அறுங்கோணவரைகள் அமைப்பைப் பெறக் கூடும்.

டிரக்கீடுகளில் பரவுதல் மூலமாக நீர் கடத்தப்படும் போது குழிப்படலத்தின் மூலம் பரவும் நீர், பக்கச் செல்களுக்கு போகாமல் தடுக்க டோரஸ் அமைப்பு நகர்த்தப்பட்டு பக்கவாட்டில் உள்ள குழித்துவாரம் அடைபடுகிறது. இதனால் தண்ணீர் பக்கவாட்டில் செல்லாமல் ஒரு செல்லிலிருந்து அடுத்த செல்லுக்கு மேல் நோக்கி கடத்தப்படுகிறது. 300 அடி உயரமுடைய மரமாக இருப்பினும் மிக நுண்ணிய டிரக்கீடுகளே தண்ணீரைச் செவ்வனே மேல் நோக்கிக் கடத்துகிறது.

செல்சுவரின் வேதியல் அமைப்பு : செல்லுலோஸ் எனும் கார்போஹைட்ரேட் பொருள் அடிப்படைப் பொருளாகச் செல்சுவரில் காணப்படுகிறது. கடினமான தடிப்புற்ற செல்களில் இது லிக்னின் செல்சுவர் பொருளுடன் கலந்துள்ளது. மேலும் கொழுப்புப் பொருட்கள் (fatty compounds), க்யூடின் (cutin), சுபரின் (Subarin) மற்றும் மெழுகுப் பொருட்கள் வெவ்வேறு அளவில் செல் சுவரில் காணப்படுகிறது. ஹெமிசெல்லுலோஸ், பெக்டின் பொருட்களும் செல்சுவரில் உள்ளன. மேற்கூறிய செல்சுவர் பொருட்கள் தவிர்த்து சிலிகா (silica), கால்ஷியம் கார்பனேட் (Calcium carbonate), டானின்கள் (tannins), ரெசின்கள் (resins), படிக வண்ணப்பொருட்கள் (pigments), எண்ணெய் பொருட்கள் அமிலங்கள் போன்றவையும் ஓரளவிற்கு செல்சுவரில் காணப்படுகின்றன.

செல்சுவரின் நுண்அமைப்பு (படம்.1.16) : எலக்டிரான் நுண்ணோக்கியில் போஹ்மீரியா (*Ramie* or *Boehmeria*) தாவரத்தின் நார்செல்களை ஆராயும் போது கீழ்க்கணும் விவரங்கள் தெரிய வந்துள்ளன. செல்லுலோசின் மூலக்கூறுகள் ஒரு நீண்ட சங்கிலித் தொடராக அமைந்துள்ளது. இவைகள் ஒரே சீராக ஒரு ஒழுங்கு முறையோடு பல நுண் கற்றையாகக் காணப்படுகிறது, இதன் படிக வடிவம் **மைசெல்லே** அல்லது **கிரிஸ்டலைட்** (micellae or crystallite)எனப்படும். இம்மூலக்கூறு 8μm அகலம் கொண்டு பல மூலக்கூறுகள் ஒன்று சேர்ந்த சங்கிலித் தொடராக உள்ளது. இது எலிமெண்டெரிமைக்ரோ இழை (elementary microfibril) எனப்படும். இது 100 μm குறுக்களவு கொண்டது. பல எலிமெண்டெரிமைக்ரோ இழைகள் செல்லுலோஸ் மூலக்கூறுடன் சேர்ந்து மைக்ரோ இழைகளை உண்டாக்குகின்றன. மைக்ரோ இழையின் குறுக்களவு 350μm ஆகும். பல மைக்ரோ இழைகள் ஒன்று சேர்ந்து 0.4 மைக்ரான் அளவுள்ளதும் 5,00,000 செல்லுலோஸ்

மூலக்கூறுகளையும் கொண்ட மேக்ரோ இழைகள் உருவாகின்றன. இதுவே செல்சுவரின் அடிப்படை அமைப்பாகும். இவ்விழைகள் இடைவெளிகளோடு காணப்படும். இவ்விடைவெளிகளில் ஏனைய சுவர்ப்பொருட்கள் கலந்து படிந்திருக்கும்.

நார் செல்களின் இரண்டாம் செல்சுவரைக் காணும்போது செல்லுலோஸ் இழைகள், உட்புற மற்றும் வெளிப்புற அடுக்கில் உயரப்போக்கிற்கு குறுக்காகவும் நடு அடுக்கில் வளைவுற்றும் படிகின்றன. இதனால் இரண்டாம் செல்சுவரில் இ.செ1, இ.செ.2, இ.செ.3 எனத் தெளிவான அடுக்குகள் தெரிகின்றன (படம்.1.15). செல்களில் இரண்டாம் செல்சுவர்ப் பொருள் இருவழிகளில் படிந்து தடிப்புறுதல் நிகழ்கிறது.

1. படிதல் (apposition) முறையில் ஏற்கனவே உள்ள செல்லுலோஸ் இழைகளில் மேல் செல்சுவர் பொருள் மேலும் மேலும் படிவதால் தடிப்பு நிகழ்கிறது. 2. இடைச்செருகல் (intussusception) முறையில் செல்லுலோஸ் இழைகளின் இடைவெளிப் பகுதியில் செல்சுவர் பொருள் மேலும் மேலும் படிவதால் செல்சுவர் தடித்து விடுகின்றது. சூபரின், குயூட்டின் செல்சுவரில் படிகின்ற நிகழ்ச்சி முறையே சூபரின் ஏற்றம் (Suberization), குயூட்டின் ஏற்றம் (Cutinization) என்றும், குயூடின் படிந்து குயூடிகிள் படலம் அல்லது அடுக்கு தோன்றுவது குயூட்டிகில் படிதல் (cuticularization) என்றும் கூறப்படும்.

செல்சுவரின் வேதியல் அமைப்பு

செல்சுவர் தோற்றத்தின் அடிப்படையில் முதனிலை செல்சுவர், இரண்டாம்நிலை செல்சுவர் என இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. முதனிலை செல்சுவரில் லிக்னின், கியூட்டின், சூபரின், மெழுகுப் பொருட்கள் போன்றவை இருப்பதில்லை. செல்சுவர் பலதரப்பட்ட வேதியல் பொருட்களால் ஆனது. வேதியல் அமைப்பின் அடிப்படையில் ஃபிரே-வெய்ஸ்லிங்கும், முஹில்தலரும் (Frey-Wyssling & Muhelthaler, 1965) செல்சுவர் பொருட்களை நான்காக வகைப்படுத்தியுள்ளனர். அவை வருமாறு:-

1. **கட்டுமானப் பொருட்கள்** (Frame work substances) இதில் செல்லுலோஸ் கைட்டின், மேன்னான்கள் (Mannans) போன்ற பொருட்கள் காணப்படுகின்றன.
2. **இடையீட்டுப் பொருட்கள்** (Matrix substances) இவை பெக்டின், ஹெமிசெல்லுலோஸ் (சைலான் மற்றும் அராபினான்) பொன்றவற்றால் ஆனவை.
3. **அகபடிவுப்பொருட்கள்** (Incrusting substances) செல்சுவரில் லிக்னின், பீனால், சிலிகா போன்ற கனிமங்கள் அகபடிவுப் பொருட்களாகக் காணப்படுகின்றன.
4. **புறபடிவுப் பொருட்கள்** (Adcrusting substacnes). இவைகள் கேலோஸ் (Callose) மியூசிலேஜ், மெழுகுகள், சுபரின், கியூட்டின் போன்ற வேதிப் பொருட்களாகும். பொதுவாக செல்லுலோஸ், மேன்னான் (Manan) கைட்டின் போன்றவை நுண்ணிழை அமைப்பாகவும் ஏனையவை தளப் பொருளாகவும் செல்சுவரில் படிந்துள்ளன. எளிதாகப் புரிந்து கொள்ள, செல்சுவர்ப் பொருட்கள் வேதியல் அமைப்பின் அடிப்படையில் கார்போஹைறட்ரேட், புரதங்கள், பீனால் கூட்டுப்பொருட்கள், லிப்பிட் கூட்டுப்பொருட்கள் கனிமங்கள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கார்போஹைறட்ரேட்கள்:

பாலிஹைறட்ராக்சிகீட்டோன்கள் (Polyhydroxyketones) அல்லது பாலிஹைறட்ராக்சி ஆல்டிஹைட்கள் (Polyhdroxyaldehydes) அல்லது அடர்வு குறைந்த அமிலங்களாக நீர்சேமர்மப்பிரிப்பு நடைபெறக்கூடிய கூட்டுப் பொருட்கள் கார்போஹைறட்ரேட் எனப்படும். கார்போஹைறட்ரேட்டுகள் சக்தி ஆற்றலை சேமிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் வாழ்வியல் நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பயன்படத் தக்க அடிப்படைத்தளப் பொருளாகும். கார்போஹைறட்ரேட்கள் **மோனோசக்கரைடுகள்** (எளிய சர்க்கரை கூட்டுப் பொருட்கள் எ.கா.குளுகோஸ், ∴பிரக்டோஸ் போன்றவை),**ஓலிகோ சாக்கரைடுகள்** (Oligosaccharides) (இரண்டு முதல் பத்திற்கும் மேற்பட்ட மோனோசக்கரைடுகளால் ஆனவை (எ.கா:சுக்ரோஸ்)) என இரு பெரும் பிரிவாகப் பகுப்பட்டுள்ளது. ஒரு தரப்பட்ட மோனோமெர் (செல்லுலோஸ், கேலோஸ்) கொண்டது **ஹோமோபாலிசாக்கரைடு** (homopolysacceharide) என்றும் பலதரப்பட்ட

மோனோமர் (பெக்டின்) கொண்டது ஹெட்டிரோபாலிசாக்கரைடு (Heteropolysaccharide) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

செல்லுலோஸ் (Cellulose): செல்சுவரின் அடிப்படைப் பொருளாகச் செல்லுலோஸ் உள்ளது. நுண் இழையமைப்பு (Microfibriallar), திடத்தன்மை மற்றும் அதன் படிகத்தன்மை செல்லுலோசின் சிறப்பம்சமாகும்.

செல்லுலோஸ் நுண்ணிய செல்லோபையோஸ் (Celloboise) என்ற படிக அணிக்கோவை (படம்.1.16.F - Crystal Lattice) அமைப்பு கொண்ட நுண் அலகுகளல் ஆனது. இது a=8.35 um b-10.3 um, C-7.9um அளவீடுகள் கொண்டது. செல்லுலோசின் மூலக்கூறு எடை ஏறத்தாழ 1,000,000 ஆக உள்ளது. பிளாஸ்மாபடலம் மற்றும் நொதிகளின் உதவியொடு செல்லுலோஸ் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

கேலோஸ் (Callose): இது ஒரு ஹோமோபாலிசாக்கரைடு ஆகும். மைக்ரோ, மெகாஸ்போர்களில் (நுண், பெருவித்தகம்) சுவர், மகரந்தக் குழல், சல்லடைத் தட்டுக்கள், பூஞ்சை இழைகள் போன்றவற்றில் கேலோஸ் படிந்து காணப்படுகிறது. கேலோஸ் தனித்தோ அல்லது கிளைகோபுரதங்களாகவோ காணப்படும். வாழ்வியல், வேதியல் நிகழ்வுகள் நடைபெறும்பொது கேலோஸ் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. மேலும் செல்கள் பாதிக்கப்படும் போதும் காயப்படும்போதும் கேலோஸ் அதனை சரிசெய்ய உறுதுணையாக உள்ளது.

கைட்டின் (Chitin) என்ற கார்போஹைட்ரேட் பொருள் பெரும்பாலும் பூஞ்சையின் செல்சுவர்களில் படிந்தே காணப்படும். கைட்டின் புரதத்தோடு சேர்ந்த கலப்புப் பொருள் ஆகும். **பெக்டின்கள் (Pectins)** அமிலத்தன்மை கொண்டதும், செல்லுலோஸ் அல்லாத பாலிசக்கரைடுகளாலும் ஆனது. செல்சுவரிலும், சைட்டோபிளாசத்திலும், நடுஅடுக்கிலும் (Middle lamella) இணைக்கும் படலமாக அமைந்துள்ளது. பெக்டின், டிகாலக்டோபைரனோஸ் (Dgalactopyranose) என்ற அடிப்படை மூலக்கூறுகளால் ஆனது. பெக்டின், பெக்டிக் அமிலம், பெக்டினிக் அமிலம் ஆக அனைத்தும் பெக்டிக் கூட்டுப் பொருட்களே. பெக்டின், செல்சுவர் இணைப்பானாகவும், செல் சுவரிடையே கடத்தும் வேலையையும், கனிகள் பழுப்பதிலேயும் பணியாற்றுகிறது. இது

உருவற்ற (amorphous) அமைப்பாகவும், செல்சுவர் வளரும் போது நீட்சி மற்றும் நெகிழ்ச்சிறும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

ஹெமிசெல்லுலோஸ் (Hemicellulose): இப்பாலிசாக்கரைடு ஒரு செல்சுவர்ப் பொருளாகும். இது ஏற்கனவே உள்ள செல்லுலோஸ் இழைகள் மீது படிந்தும், லிக்னினோடு இணைந்தும் காணப்படும். இது சைலான், குளுக்கான், மேன்னான், சைலோகுளுக்கான், அராபினோகேலக்டான் போன்ற மூலப் பொருட்கள் கொண்டது. ஒளிச்செறிவிற்கேற்ப செயல்படும் தன்மையுடையது. இது செல்லுலோசுடன் இணைந்து செல் சுவருக்கு இழுவிசைத் தன்மையைக் கொடுப்பதோடு மட்டுமல்லாது செல்சுவர் நீட்சியின் போதும் பங்குகொள்கிறது. பெக்டின், ஹெமிசெல்லுலோஸ் இரண்டும் கோல்ஜி உடலங்களில் தோற்றுவிக்கப்பட்டு சுரக்கும் குமிழிகள் மூலமாகச் செல் சுவரை அடைகிறது.

கிளைகோபுரதங்கள்: இவை கார்போஹைட்ரெட், புரதம் இரண்டும் சேர்ந்த பெரு மூலக்கூறுகள் ஆகும். இதில் நீண்ட புரதச்சங்கிலி அடிப்படை அம்சமாக இருக்கும். அதோடு இணைந்த நிலையில் ஒலிகோசாக்கரைடு சங்கிலித் தொடர் காணப்படுகிறது. இச்சங்கிலி கிளையுற்று மோனோசாக்கரைடுகள் இணைப்புகளுடன் காணப்படும் கிளைகோபுரதங்கள் மூன்று வகைப்படும். அவை 1. **லெக்டின்கள்:** இவை லெகூம் தாவர வேர்களின் ரைசோபியம் கூட்டு வாழ் உயிரியாக இருக்கும் போதும், மைக்கோரைசா வேர்களில் கூட்டுயிர் வாழ்விலும், மைக்ரோஸ்போர், சூலகமுடியில் முளைத்தல் போன்ற உடன் இயல்பு நிகழ்ச்சிகளுக்கு அடிப்படை சர்க்கரை மூலக்கூறுகளைத் தோற்றுவிப்பதில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. செல்சுவருடன் காணப்படும் **அராபினோகேலக்டான் பரதங்கள்** (Arabinogalactan Protines AGPs) செல் சுவரொடு செல்லுக்கு வெளியே உள்ள செல்பிசின், சூலகத்தண்டின் திரவக் கசிவு போன்வற்றில் காணப்படுகிறது. இது ஊட்டச் சத்து அளிக்கும் மூலப் பொருளாகும்.

2. **எக்ஸ்டென்சின்கள்:** (Extensins) காரத்தன்மை கொண்டதும், எளிதில் கரையாத பொருளாகவும் செல்சுவருடன் இணைந்து காணப்படும். இவை ஹைட்ராக்சி புரோலின் புரதங்கள் ஆகும். இவைகள் எண்டோபிளாசாவலையால் உற்பத்தி செய்யப்பட்டு கோல்ஜி உடலங்கள் மூலமாக செல்சுவரை அடைகிறது. செல்சுவரை வலிவூட்டுதல், பாதுகாத்தல், செல் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்துதல், நுண்ணயிரிகளைத் தடுத்தல் போன்ற பணிகளை மேற்கொள்ளும்.

3. **தயோனின்கள் (Thionis)**: இவை பார்லி, கோதுமை, சோளம், ஒட்ஸ் போன்ற தானிய விதைகளில் அதிகம் காணப்படும். இது பூஞ்சைகள் விதைகளைத் தாக்கா வண்ணம் பாதுகாக்கும். மேலும் தற்போது **எக்ஸ்பான்சின்கள்** (Expansins) என்ற புரதங்கள் செல சுவர் தளர்வுறுவதில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது என செல்லியலாளர்கள் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர்.

நொதிகள் (Enzymes): செல் சுவரில் பல்வேறு தரப்பட்ட நொதிகள் இருப்பதையும் அவை கிளைகோபுரதங்களால் ஆனவை என்றும் கருதப்படுகிறது. அவை **பெராக்சிடேஸ், பாலிஅமைன்ஆக்சிடேஸ், பாஸ்ஃபடேஸ், புரோட்டியேஸ், நைட்ரோரிடக்டேஸ், ஹைட்ரோலேசஸ், டிரான்ஸ்ஃபரேஸ், பெக்டினேஸ்** போன்றவைகள் ஆகும்.

லிப்பிட்கள்(Lipids): இம்மூலப்பொருட்கள் கிளைகோகான்ஜிகேட்களோடு கியூட்டின், சுபரின் அல்லது மெழுகுப் பொருட்களோடு ஒருங்கிணைந்து காணப்படும். செல்சுவரின் மேல் படலமாகப் படிந்துள்ள கியூட்டின், செல் சுவர் நசிந்து சிதைந்து விடாமல் பாதுகாக்கும். நீராவிப்போக்கை கட்டுப்படுத்தும் இவ்வடுக்கு, படியும் போது பல்வேறு வடிவகங்களில் மேடுபள்ளங்களுடன் படிகிறது.

சூபரின் (Suberin): செல்சுவரின் உட்புறமாக படிவதில் சூபரின், கியூட்டினில் இருந்து வேறுபடுகிறது. கார்க்செல்கள், எண்டோடெர்மிஸ், புறத்தோலடிஅடுக்கு விதையுறை, டிரைகோம் போன்றவற்றின் செல்சுவரில் சூபரின் படிந்து காணப்படும். சூபரினில் மூன்றில் இரு மடங்கு நறுமணப் பீனால்களும் ஒரு மடங்கு **அலிஃபேடிக் அமிலச் சங்கிலியும்** படிந்து காணப்படும். சூபரின் அடுக்கு, தண்ணீர், திரவங்கள் உட்செல்லாதவாறு தடை செய்வதோடு, வெப்பத்தைத் தாங்கும் திறன் கொண்டதாக உள்ளது. செல்கள் காயப்படும்போது சூபரின் தற்காப்பு அரணாகச் செயல்படும்.

மெழுகுப் பொருட்கள்: இவை **ஆல்கீன்** (ஹைட்டிரோகார்பன்) **எஸ்டர், ஃபேட்டி அமிலம்** (fatty acids) போன்ற மூலப்பொருட்களால் ஆனாது. இதில் **பிளேவேனாய்டுகளும்** காணப்படலாம். இவை கசிவுப் பொருளாக கியூடிகிள் வழியாக வெளியேறி எபிக்யூடிகுலார் மெழுகுப் படலமாக, **மணிகள்** போன்றோ, படிகங்களாகவோ, **ஊசி அல்லது குச்சியமைப்பிலோ**, ரிப்பன் வடிவிலோ, செதில்கள் **அமைப்பிலோ**

படிகின்றது. நோய் தடுப்புத்திறன் கொண்ட ஒரு பாதுகாப்பு அடுக்காகப் பணிபுரிகிறது.

ஸ்போரோபொலெனின் (Soropolenin): இது நுண்வித்துக்களின் (மைக்ரோஸ்போர்கள்) வெளிச்சுவரான எக்சைனில் படிந்துள்ளது. இது லிப்போஎஸ்டர்களாலும், கரோட்டினாய்டு துணை அலகுகளாலும் ஆனது. இது எந்த ஒரு கரிம அமிலத்தாலும் அழிக்க முடியாதது. இதன் வேதியல் வாய்பாடு $C_{90} H_{134} O_{31}$ ஆகும்.

லிக்னின் (Lignin): இது தாவரங்களில் கடினமான செல்களின் முதனிலை செல்சுவரில் படிந்து காணப்படும். வெசல், டிரக்கிடு, நார்செல்கள், ஸிகிளீரெங்கைமா போன்வற்றின் செல்சுவர் தடிப்பு, லிக்னின் படிவதால் ஏற்படுகிறது. மைசெல்லே இழைகளுக்கிடையே லிக்னின் படிந்து செல்சுவரின் வரம்பு அடுக்காக அமைந்துவிடும். நெகிழ்வான செல்லுலோஸ் இழைகள் இதனால் திடமாக மாறிவிடும். எனவே செல்சுவர் நெகிழ்வுறும் தன்மையையும் நீட்சியுறும் தன்மையையும் இழந்துவிடுகின்றன. லிக்னின் பெரிய மூலக்கூறுகளின் எடை ஏறத்தாழ 11,000 ஆகும். அதன் தன்னொளிர் திறனால் இதன் மூவடுக்கு அமைப்பு, மேலும் செல்லுலோஸ் இழை அமைந்துள்ள முறைகளை தெளிவாக அறிந்து கொள்ள முடியும் (படம்.1.15). புற ஊதாக் கதிர்களை ஈர்க்கும் தன்மை கொண்டது. இது வலிவூட்டும், மற்றும் பாதுகாக்கும் பணிகளை மேற்கொள்கிறது.

ஃபீனால் அமிலங்கள்: செல்சுவரின் எஸ்டரோடும், பாலிசாக்கரைடுகளோடும் ஒன்றி காணப்படுகிறது. புல் தாவரங்கள், காமிலினேசி, பாண்டிடெரியேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களின் செல்சுவரில் பீனால் அதிகம் உள்ளது. இது செல் வளர்ச்சிக்கு பெரிதும் துணை செய்கிறது. இது **ஃபெருலிக்அமிலம், டைஃபெருலிக்அமிலம், கவுமரிக்அமிலம், ட்ரக்சிலிக்அமிலம்** போன்றவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். **சிலிகா(Silica)**: இது மோனோசிலிக் அமிலம், வேதியல் மீச்சேர்மத்திறனால் (Polymerization) உண்டாகி, சிலிகாவாக செல் சுவரில் படிகிறது. புறத்தோல் செல்கள், இலைத்துளை, புல் புறத்தோல்தூவிகள் போன்றவற்றின் செல் சுவரில் சிலிகா அதிகம் படிந்தள்ளது. பொதுவாக நீராவிப் போக்கை கட்டுப்படுத்துவதில் சிலிகா பங்குக் கொள்கிறது. மேலும் இது தாவரங்களுக்கு ஓர்தற்காப்பு தகஅமைவாகக் கருதப்படுகிறது.

கால்சியம் மூலங்கள், பல கரிம, கனிம மூலப்பொருட்களோடு ஒருங்கிணைந்து கால்சியம்பெக்டேட், கால்சியம்ஆல்ஜினேட், கால்சியம்கார்பனேட், கால்சியம் ஆக்சலேட் என செல் சுவரில் படிந்து காணப்படுகிறது. இவை மட்டுமல்லாது போரான் **(Boron)** **மெக்னீசியம்,** சோடியம், அயோடின் போன்றவைகளும் செல் சுவரில் குறைந்த அளவு படிந்து காணப்படுகிறது.

செல்லின் பாதுகாப்பு, மற்றும் வரம்பு அடுக்காக அமைந்துள்ள செல்சுவர், தாவங்களுக்கே உரிய சிறப்புப் பண்பாகும் ஏனெனில் விலங்கினங்களின் செல்கள் செல்சுவரற்று காணப்படுகின்றன. விலங்கின செல்களோடு ஒப்பிடும் போது தாவரசெல்களின் செல்சுவர் ஓர் அடிப்படை வேறுபாடாகவும் கருதப்படுகிறது.

2. ஆக்குத்திசுக்கள் (Meristems)

பல்லாண்டு காலம் தாவரங்கள் நிலைத்து வளர்வதற்கு அடிப்படைக் காரணம் ஆக்குத்திசுக்கள் ஆகும். இத்தகைய தொடர்ந்த வளர்ச்சி விலங்கினங்களில் காணப்படுவதில்லை. இது தாவரங்களுக்கே உரிய சிறப்புப் பண்பு. நகெலி (Nageli, 1858) எனும் அறிவியலார் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையான இவ்வாக்குத்திசுக்களுக்கு **மெரிஸ்டம்** (Meristem) எனப் பெயரிட்டார்.

ஆக்குத்திசுக்களின் தோற்றம்: - மலர்களில் கருவுறுதலுக்குப் பின் சைகோட் தோன்றுகிறது. சைகோட் பலமுறை பகுப்படைந்து கருவாக மாறுகிறது. கரு கட்டுப்பாடான பகுப்படைந்து முளைவேர், முளைக்குருத்து தோன்றவேண்டிய பகுதிகளை வேறுபடுத்துகிறது. இவ்வேறுபாடுற்ற இடங்களில் மட்டும் செல்பகுப்பு அதிக அளவில் நடைபெற்று முளைவேர் (Radicle), முளைக்குருத்துப் (Plumule), பகுதிகள் தோன்றுகின்றன. முளைவேர் நுனியில் காணப்படும் ஆக்குத்திசு **வேர்நுனி ஆக்குத்திசு** (Root Apical Meristem). இது ஆணிவேர்த் தொகுப்பைத் தோற்றுவிக்கும். முளைக்குருத்தின் நுனியில் அமைந்துள்ளது **தண்டுநுனி ஆக்குத்திசு**வாகும். இது தண்டுத் தொகுப்பைத் தோற்றுவிக்கும். குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு பின் அக, புற தூண்டல்களினால் தாவரங்களின் தண்டு, வேர் போன்றவற்றில் மற்றுமொரு ஆக்குத்திசு தோன்றுகிறது. இது தாவரங்களில் அச்சுக்கு இணையாக ப்க்கவாட்டில் அமைந்திருக்கும். இவ்வாக்குத் திசு **பக்கஆக்குத்திசு** (Lateral Meristem) எனப்படும். இப்பக்க ஆக்குத்திசு தண்டு, வேர்களின் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான அடிப்படை ஆக்குத் திசுவாகும்.

ஆக்குத்திசுக்களின் வகைபாடு (Classification of Meristems): - ஆக்குத் திசுக்களின் தோற்றம், பகுப்படையும் திறன், செயல்முறை, அமைவிடம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பல்வேறுவிதமாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

தோன்றும் காலகட்டத்தின் அடிப்படையில் ஆக்குத்திசுக்கள் இரண்டு வகைப்படும். அவை **முதனிலை ஆக்குத்திசு** (Primary meristem), இரண்டாம் **நிலை ஆக்குத் திசு** (Secondary meristem) வாகும். தாவரகருவினில் காணப்படும் முளைக்குருத்து, முளைவேர் ஆகியவற்றில், உடல வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான நுனியாக்குத் திசுக்கள்

முதனிலை ஆக்குத்திசுக்களாகும் (Primary Meristem). இவை முதிர்ந்த தாவரங்களிலும் தொடர்ந்து காணப்பட்டு செயல் படுகின்றன. குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப்பின் குறுக்கு வளர்ச்சிக்காக தோன்றும் பக்க ஆக்குத்திசுகள் இரண்டாம்நிலை ஆக்குத்திசுக்களாகும் (Secondary meristerm). எ.கா. வாஸ்குலார் கேம்பியம், ∴பெல்லோஜன்.

செல்பகுப்பு முறையின் அடிப்படையில் ஆக்குத்திசுக்கள் மூன்று வகைப்படும் (Shuepp, 1926). முதல் வகையில் செல்கள் எல்லா பக்கங்களிலேயும் பகுப்படைந்து கனபரிமான அமைப்புக்களை உருவாக்கும். அது அடையாக்குத்திசு (Mass meristem) எனப்படும். எ.கா: கரு, எண்டோஸ்பெர்ம் ஆகியவை. இரண்டாம் வகையில் செல்கள் குறுக்குப்போக்கில் மட்டும் பகுப்படைந்து ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாக பல அடுக்கு செல்களை உண்டாக்கும். அது வரிசையாக்குத் திசு (Rib/file meristem) எனப்படும். எ.கா. புறணி ஆக்குத் திசு. மூன்றாம் வகையில் செல்கள் ஆரப்போக்கில் பகுப்படைந்து பக்கவாட்டில் பல செல் அடுக்குகளை உண்டாக்கும் அது தட்டையாக்குத்திசுவாகும் (Plate meristem) எ.கா: இலைகள், மலரிதழ்கள் போன்றவற்றின் ஆக்குத்திசுக்கள்.

ஆக்குத்திசுக்கள் செயல்திறன் அடிப்படையில் (படம். 2.2) மூன்று வகைப்படும். ஆவை **புரோட்டோடெர்ம்** ஆக்குத்திசு, **புரோகேம்பியம்** ஆக்குத்திசு, **ஆதார** ஆக்குத்திசுக்களாகும். (Haberlandt, 1914). பாதுகாப்பு அடுக்குகளான புறத்தோல், தோற்றுவிக்கும் ஆக்குத்திசுக்கள் **புரோட்டோடெர்ம்** (Protoderm) ஆக்குத்திசுக்கள். கடத்தும் **வேலையைச்** செய்யும் முதனிலை சைலம், புளோயம், திசுக்களை உண்டாக்கும் ஆக்குத்திசுக்கள் புரோகேம்பியம் (Procambium) ஆக்குத்திசுக்கள். அடிப்படை சேமிப்புத் திசுக்களாகிய புறணி, பித், இலையிடைத்திசு ஆகியவற்றை உண்டாக்கும் ஆக்குத்திசுக்கள் **ஆதார ஆக்குத்திசுக்கள்** (Ground meristem) ஆகும்.

அமைவிடத்தின் அடிப்படையில் (படம். 2.1) ஆக்குத்திசுக்கள் மூன்று வகைப்படும். அவை **நுனியாக்குத்திசு, இடையாக்குத் திசு, பக்க** ஆக்குத்திசுக்களாகும். தண்டு, வேர் நுனிகளில் காணப்படும் ஆக்குத்திசுக்களுக்கு **நுனியாக்குத் திசு** என்றுப்பெயர். கணுஇடைப் பகுதிகள் நீண்டு வளரக் காரணமான, கணுஇடைப் பகுதியில் அமைந்துள்ளள ஆக்குத்திசு **இடையாக்குத் திசுவாகும்** (Intercalary

meristem). தண்டு, வேர்களின் அச்சிற்கு இணையாக அமைந்துள்ள வாஸ்குலார் கேம்பியம், ஃபெல்லோஜன் போன்ற **ஆக்குத் திசுக்கள் பக்க ஆக்குத் திசுக்களாகும்** (Lateral meristem).

நுனியாக்குத் திசுக்கள்: (Apical Meristem) - நுனியாக்குத் திசுக்கள் தண்டு நுனி, வேர் நுனி, மஞ்சரிக் காம்பின் நுனி ஆகிய பகுதிகளில் காணப்படும். இவை தன்னிச்சையாக செயல்படும் ஆற்றல் உடையவை. வளர்ச்சிப் பருவங்களுக்கு ஏற்ப மாறும் தன்மையுடையது. பகுப்படையும் திறன் கொண்ட நுனியாக்குத் திசுவின் செல்கள் **தோற்றுவிகள்** (Initials) எனப்படும். தோற்றுவிகள் பகுப்படைவதால் உருவாகும் செல்கள் **தோன்றல்கள்** (derivatives) ஆகும். தோற்றிவிகளும், தோன்றல்களும் ஒருசேர அமைந்த பகுதி **புரோமெரிஸ்டம்** (Promeristem) எனப்படும். தோன்றல்கள் நேரடியாகவோ அல்லது ஒருசில முறை பகுப்படைந்த பின்னரோ பல்வேறு வளர்ச்சி மாற்றங்களை அடைந்து திசுக்களாக உருவாகின்றன. தோன்றல்களில் இருந்து திசுக்கள் உருவாகி முதிர்வடைவது **வேறுபாடுறுதல்** (differentiation) எனப்படும்.

ஆக்குத்திசுக்கள் தொடர்ந்து பகுப்படைந்து தோற்றுவிகளைத் தோற்றுவிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல், தம்மைத்தாமே எண்ணிக்கையிலும், அளவிலும் அதிகரித்துக் கொள்ளும் ஆற்றலுடையவை. ஆக்குத்திசு செல்களின் செல்சுவர், செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் படிவதால் உருவாகிறது. செல்சுவர் நீட்சியுறும், நெகிழ்ச்சியுறும் இயல்புகளைஉடையது. இச்செல்களில் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசமும், முழுவளர்ச்சியடைந்த உட்கருவும் காணப்படும். உயிரற்ற சேமிப்புப் பொருட்கள் (ergastic substances) இச்செல்களில் பொதுவாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆக்குத்திசுக்களில் இளம்நிலை கணிகங்கள், எண்டோபிளாசாவலைப்பின்னல், மைட்டோகாண்டிரியா, ரிபோசோம்கள் போன்ற செல் அங்கங்கள் எண்ணற்றவைக் காணப்படுகின்றன. சைட்டோபிளாசத்தில் மிகநுண்ணிய நுண்குமிழ்ப் பைகள் பரவலாக இருக்கும். இச்செல்கள் பெரும்பாலும் சமபக்க அளவு (iso-diametric) கொண்டவைகளாகக் காணப்படும்.

அ. தண்டு நுனியாக்குத் திசு (Shoot Apical Meristem)

தண்டுநுனியாக்குத் திசு (படம். 2.3-8) கண்ணுக்குப் புலப்படும் இலைத் தோற்றுவிகளுக்கு மேற்பகுதியில் அமைந்துள்ள தண்டின் நுனிப்பகுதியில், இளம் துளிர் இலைகளால் (கண்ணுக்குப் புலப்படாத) பாதுகாப்பாக மூடப்பட்டுள்ளது. இப்பகுதி பகுப்படையும் திறன் கொண்ட தோற்றுவிகளும், தோன்றல்களும் உள்ளடக்கிய பகுதியாகும். தோன்றல்கள் வேறுபாடுறும் பகுதியில் தான் துளிர் இலைகளும், இலைக்கோண மொட்டுக்களும் தோன்றுகின்றன. தண்டு நுனியாக்குத் திசுவின் அமைப்பும், அளவும் தாவரங்களின் வளர்ச்சி மாற்றங்களுக்கு (developmental changes) ஏற்ப மாறுபடும் தன்மையுடையது. புதிய துளிர் இலை (leaf primordium) தோன்றுவதற்கு முன் தண்டுநுனி அகன்றும், தட்டையாகவும் காணப்படும். துளிர் இலை தோன்றியபின் நுனியின் அகலம் குறைந்தும், கூம்பியும் காணப்படும். இத்தகைய தொடர்ச்சியாக நடைபெறும் வளர்ச்சி மாற்றத்திற்கு **பிளாஸ்டோக்ரான் மாற்றம்** (Plastochron changes) என்று பெயர்.

தண்டு நுனியாக்குத் திசுவின் அமைப்பை விளக்கும் பல்வேறு கோட்பாடுகள்

தண்டு நுனியாக்குத்திசுவின் அமைப்பு, செல்களின் அமைவிடம், செயல்படும்முறை ஆகியவை குறித்து பல்வேறு மாறுபட்டக் கருத்துக்களை தாவரவியல் அறிவியலாளர்கள் வெளியிட்டுள்ளனர். ஒரு சிலரது கருத்துக்களை இவ்வத்தியாயத்தில் அறிந்து கொள்ளலாம். 1858-ம் ஆண்டு, **நகெலி** (Nageli) எனும் அறிவியலார்தண்டு நுனியாக்குத்திசுவை விளக்க நுனிசெல்கோட்பாட்டினை (Apical Cell Theory, படம். 2.3) வகுத்துள்ளார். இக்கோட்பாட்டின்படி தொன்மைத் தாவரங்களில் தண்டு நுனியானது தலைகீழ் நான் முகப்பு (tetrahedral) வடிவமான தனித்த நுனி செல்லால் ஆனது என்றும் இதன் மூன்று முகப்புகளினின்றும் புதிய செல்கள் தோன்றுவதால் (மேல் முகப்பு தாவரத்திற்கு வெளியில் உள்ள பகுதியை நோக்கி அமைந்துள்ளது) தாவர உடலம் (எ.கா: ஈக்குவிசீடடம், ஒ.'.பியோகிளாசம், ஒரு சில பெரணிகள்) வளர்கிறது என்பதாகும். எனினும் ***செலாஜினெல்லா, சைகஸ், பைனஸ், நீட்டம்*** மற்றும் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரத் தண்டுகளின் நுனியில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட செல்கள் தொகுப்பாக அமைந்து தாவரத் உடலம் வளர காரணமாகிறது.

எனவே நகலியின் நுனிசெல் கோட்பாடு ஒர சில தொன்மைத் தாவரங்களத் தவிர, ஏனைய தாவரங்களின் நுனிஆக்குத் திசுவிற்கு பொருந்துவதாக இல்லை.

தண்டுநுனியில் அமைந்துள்ள செல்களின் பகுப்படையும் தன்மை, வண்ணமேற்கும் திறன் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஹரான்ஸ்டைன் (Hanstein, 1868) எனும் அறிவியலார் ஹிஸ்டோஜன் (திசு உருவாக்கி) (Histogen) கோட்பாட்டினை (படம். 2.4) வெளியிட்டார். இவர் கருத்தின்படி தண்டு நுனி மூன்று திசு மண்டிலங்களால் ஆக்கப்பட்டது. வெளிப்புற அடுக்கு டெர்மடோஜன் (Dermatogen) என்றும், நடுப்பகுதி பிளீரோம் (Plerome) எனவும், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள திசு மண்டிலம் பெரிப்ளம் (Periblem) எனவும் அழைக்கப்படும். டெர்மடோஜன் புற அடுக்கு, புறத்தோல் திசுவையும் பிளீரோம் என்ற நடுப்பகுதி பித், வாஸ்குலார் கற்றைகளையும், பெரிப்ளம் என்ற பகுதி புறணியையும் தோற்றுவிக்கின்றன. எனினும் பெரும்பாலான தாவரங்களில் மேற்கூறிய திசு மண்டிலங்கள் தெளிவாகக் காணப்படுவதில்லை. மேலும் மேற்கூறிய திசு மண்டிலங்கள் குறிப்பிட்ட திசுக்களைத் தோற்றுவிப்பதிலும் நிரந்தரத் தன்மை இல்லை. இதனால் ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாடு, தண்டு நுனி ஆக்குத்திசுவை விளக்குவதாக ஏற்கப்படவில்லை.

1924-ம் ஆண்டு ஷ்மிட் (Schmidt) எனும் அறிவியலார் டியூனிகா-கார்பஸ் (Tunica-corpus) கோட்பாட்டினை (படம்.2.5) வெளியிட்டார். இது செல் பகுப்படையும் போக்கின் அடிப்படையில் வகுக்கப்பட்டது. இக்கோட்பாட்டின் படி, தண்டு நுனியில் காணப்படும் ஒன்று அல்லது இரண்டு புற அடுக்கு செல்களுக்கு டியூனிகா என்று பெயர். இச்செல்கள் பரிதிக்கு செங்குத்தான (Anticlinal) முறையில் பகுப்படைந்து புறத்தோலைத் தோற்றுவிக்கின்றன. டியூனிகாவின் உட்புறத்தில் அமைந்துள்ள ஆக்குத்திசு கூறு கார்பஸ் என்பதாகும். இதன் செல்கள் எல்லா பக்கங்களிலும் பகுப்படைந்து தண்டின் இதர பகுதிகளை தோற்றுவிக்கின்றன. எனினும், சில தாவரங்களில், டியூனிகா இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட அடுக்கிலமைந்து பல்வேறு பக்கங்களிலும் பகுப்படைந்து புறத்தோலை தவிர்த்து புறணி திசுக்களையும் தோற்றுவிப்பதாக அறிவித்துள்ளனர். மேலும் இம்மண்டிலங்கள் குறிப்பிட்ட திசுக்களை தோற்றுவிப்பதில் நிரந்தரத்தன்மை இல்லை எனவும் தெரிகிறது. எடுத்துக்காட்டுகளாக பல ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள், ஒரு சில ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களைக் குறிப்பிடலாம்.

ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவர தண்டு நுனிகளில் செல்பகுப்பு, செல்லியல், திசுவியல் அடிப்படையில், ஃபாஸ்டர் (Foster, 1939) என்ற அறிவியலார் "மைய தாய் செல் மண்டிலக் கோட்பாட்டினை" (Central mother cell zone concept) வெளியிட்டார். இவர் கருத்துப்படி தண்டின் நுனியில், "நுனிதோற்றுவித்தொகுப்பு" (apical initial group) அமைந்துள்ளது. இதிலுள்ள செல்கள் பல்வேறு திசு மண்டிலங்களை தோற்றுவிக்கின்றன. முதன்முதலில் "மைய தாய் செல் மண்டிலம்"(Central mother cell zone) அமைந்துள்ளதையும், இவற்றிலுள்ள செல்கள் பெரிய உட்கரு (Nucleus), வாக்யூல்களைப்பெற்று வண்ணம் ஏற்கும் தன்மை இன்றி அரிதாக பகுப்படையும் தன்மையுடையது, எனவும் வெளியிட்டார். மைய தாய் மண்டில செல்கள் தான் அனைத்து நுனி ஆக்குத் திசு மண்டிலங்களுக்கும் மூல அமைப்பாகும். மேலும் இதனை சூழ்ந்தவாறு பக்கவாட்டு மண்டிலமும் (Flank meristerm) அதன் கீழ் வரிசை ஆக்குத்திசு மண்டிலமும் (Rib meristem) அமைந்துள்ளன என அறிவித்தார். கிளௌவ்ஸ் (Clowes, 1961) எனும் அறிவியலாரும் இம்மாதிரி மண்டிலங்கள் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் இருப்பதை உறுதி செய்தார். எனினும் இத்திசு மண்டலங்களுக்கு தீர்மானமான வரம்பு வரையறுக்க முடியவில்லை. ஏனெனில் தண்டு நுனி ஆக்குத் திசு பகுதி தொடர்ந்து பிளாஸ்ட்ரோக்ரான் மாற்றங்களை அடைந்து கொண்டுள்ளன.

போஃப்பாம், சான் (Popham and Chan, 1950) என்பவர்களின் கருத்துப்படி தண்டு நுனியின் நடுவில் அமைந்துள்ள திசுமண்டிலம் உள்கூடு (Core) என்றும், அதனை சூழ்ந்தவாறு இருப்பது புறஉறை (Mantle) அடுக்கு என்பதாகும். இது புறஉறை-உள்கூடு கோட்பாடு (Mantle-core concept) எனப்படும். இது ட்யூனிகா-கோர்பஸ் கோட்பாட்டினை ஒத்திருப்பினும், எல்லா தாரவங்களிலும் இவ்விரு மண்டலங்களை வேறுபடுத்தி அறிய முடிவதில்லை.

பூக்கும் தாவரங்களில், திசு அமைப்பின் அடிப்படையில் (மைய தாய் செல் மண்டிலக் கோட்பாடு) இருவகை தண்டு நுனி அமைப்பு இருப்பதை 1952-ம் ஆண்டு போப்ஹாம் என்பவர் கண்டறிந்தார். முதல்வகை அமைப்பு வழக்கமான தண்டு நுனியாக்குத் திசு (Usual angiosperms type, படம்.2.7) அமைப்புடையது. இதில் மூன்று

மண்டிலங்கள் காணப்படும். நடுவில் **மைய தாய் செல்கள்** (Central mother cells) மண்டிலமும், இதன் கீழ் **வரிசை ஆக்குத் திசுவும்** (Rib meristem) இதனைச் சுற்றி பக்கவாட்டில் **சுற்று ஆக்குத்திசுவும்** (Peripheral meristem) காணப்படுகிறது. இரண்டாம் வகை **ஒபன்ஷியா வகை** (Opuntia type, படம். 2.8) எனப்படும். இவ்வகைத் தண்டுநுனிகளில் மையதாய் செல்கள் மண்டிலத்திற்கும், வரிசையாக்குத் திசுவிற்கும் இடையே கிண்ணவடிவத்தில் இடையமைப்பு மண்டிலம் (Transitional zone) இருப்பதை கண்டறிந்தார். இம்மண்டிலம் பிளாஸ்டோக்ரான் கால இடைவெளியில் மாறுபடும் தன்மையுடையது என வெளியிட்டார். இவர் கோட்பாடும் எல்லா தாவரங்களுக்கும் பொருந்தாது எனலாம்.

1947-ம் ஆண்டு **பிளாண்டி∴போல்** (Plantefol) என்ற அறிவியலாரும், 1955-ம் ஆண்டு **புவா** (Buvat) என்ற அறிவியலாரும் ஒவ்வொரு தண்டு நுனியாக்குத் திசுவிலும் **மெரிஸ்டம்-டி-அடென்டே** (Medistem d' attente) எனும் **"காத்திருக்கும் ஆக்குத்திசு"** உள்ளது என வெளியிட்டனர் (படம்.2.6). இதில் குறைந்த அளவு செல்பகுப்பே நடைபெறுகிறது எனவும் தெரிவித்தனர். இதனைச் சூழ்ந்துள்ள சுற்றுப்புற செல்கள் **செயல்படும் தோற்றுவிகள்** (anneau initials) எனப்படும். இச்செல்களே அதிக அளவில் பகுப்படைந்து புதிய செல்களைத் தோற்றுவிக்கும் என கருத்து தெரிவித்தனர். இக்கருத்துக்கள் லாய்சி (Loiseau, 1962) நௌகாரிடே (Nougarede, 1965) போன்றவர்களால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. 1965-ம் ஆண்டு **நியூமேன்** (Newman) எனும் அறிவியலார் தணடுநுனிகளில் நிரந்தர செல்வகைகள் இல்லை என்றும் **எஞ்சிய தொடர் ஆக்குத் திசுக்களே** (continuing meristematic residue) தொடர்ந்து செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறது எனவும் கருதுகின்றார். இவர் மூன்று வகையான தண்டுநுனியைக் கண்டறிந்துள்ளார். 1. **மோனோப்ளெக்ஸ்** (*Monoplex*) என்ற முதல் அமைப்பில் தண்டுநுனி (எ.கா. ஒரு சில பெரணி) ஒன்று அல்லது இரண்டு செல்களால் ஆக்கப்பட்டு அவை பக்கச் சுவருக்கு இணையாக மட்டுமே பகுப்படைந்து புதிய செல்களைத் தோற்றுவிக்கும் என்பதாகும். **சிம்ப்ளெக்ஸ்** (*Symplex*) என்ற இரண்டாம் வகை தண்டு நுனி (எ.கா. ஜிம்னோஸ்பெர்ம்) பல செல்களைப் பெற்று பரிதிக்கு இணைப் பகுப்பு, ஆரப்பகுப்பு ஆகியவை அடைந்து நீளம், அகலம் ஆகிய இரு திசைகளிலும் புதிய செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பதாகும். மேலும் **டியூப்ளெக்ஸ்** (Duplex) என்ற மூன்றாம்

வகைத்தண்டு நுனி (எ.கா. ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்) மூன்று அடுக்கு செல்வரிசைகள் கொண்டுள்ளது என்றும், உட்புற அடுக்குகள் பரிதிக்கு இணைப்பகுப்பு மற்றும் ஆரப்பகுப்படைகிறது என்றும், வெளிப்புற அடுக்கு ஆரப்பகுப்பு மட்டுமே அடைகிறது என்பதால் நீளம், அகலம், பருமன் அகிய மூன்று நிலைகளிலும் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது என்பதாகும்.

தண்டு நுனியாக்குத் திசுவின் சுற்றுவட்டத்தில் அமைந்துள்ள செல்களில் அதிக அளவு செல்பகுப்பும், நடுமைய்யப்பகுதி செல்களுக்கு வரும்போது, செல்பகுப்பு படிப்படியாக குறைந்து வருகிறது எனும் கருத்தை 1976-ம் ஆண்டு லிண்டன் (Lyndon) என்பார் வலியுறுத்தியுள்ளார். எனினும் கிளௌவ்ஸ் (Clowes, 1858) கருத்துப்படி மக்காச்சோளம் [*ஸியா மேய்ஸ்* (*Zea mays*)] தாவரத் தண்டு நுனிகளில் சுற்றுவட்டப்பகுதிக்கும், மையப்பகுதிக்கும் செல்பகுப்பு விகிதத்தில் குறிப்பிடத்தக்க அளவு வேறுபாடு இல்லை என்பதாகும்.

ஆ. வேர் நுனியாக்குத் திசு (Root Apical Meristem)

இளம்கருவில் முளைவேரின் நுனியில் அமைந்துள்ள ஆக்குத்திசு, வேர்தொகுப்பின் வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமானது. இது வேர்நுனியாக்குத் திசுவாகும் (படம். 2.9-12). வேர்நுனி மண்வெளியின் ஊடே வளர்வதால் வேர் மூடியால் கவசம் போல் மூடப்பட்டு பாதுகாப்பாக உள்ளது. நீர்வாழ்த்தாவர வேர்நுனிகள் பெரிய வேர்மூடிகளால் (வேர் உறை) பாதுகாக்கப்படுகிறது. வேர் மூடிகள் வெளிப்புறம் மியூசிலேஜ் திரவத்தால் சூழப்பட்டு இருக்கும். வேர்களில், இலைகள், கணுக்கள், கணுயிடைப்பகுதிகள் இல்லாததால் நுனி ஆக்குத் திசு பிளாஸ்டோக்ரான் மாறுபாடுகள் ஏதுமில்லாமல் ஒரே சீராக செயல்பட்டு உடல செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது.

வேர் நுனியாக்குத் திசுவினை விளக்கும் பல்வேறு கோட்பாடுகள்

நகெலி (Nageli, 1858) எனும் அறிவியலார், கடைநிலைத் தாவரங்களின் வேர் நுனியில், தலைகீழ் நான்முகப்பு (நாற்பக்க பிழம்புரு) கொண்ட ஒரு நுனிசெல், வேர்மூடியின் உட்புறம் அமைந்து நான்கு பக்கங்களிலும் புதிய செல்களை உண்டாக்கி வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான உடல செல்களைத் தோற்றுவிக்கும் என கருத்துத் தெரிவித்தார். இக்கோட்டிற்கு நுனிசெல்கோட்பாடு எனறுப்பெயர். இது தொன்மையான கீழ்நிலைத் தாவரங்களுக்குப் பொருந்துவதாக உள்ளது.

ஹான்ஸ்டைன் (Hanstein, 1865) எனும் அறிவியலார், செல்கள் பகுப்படையும் தன்மை, வண்ணம் ஏற்கும் திறன் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் **ஹிஸ்டோஜன் கோட்பாட்டினை** வெளியிட்டார். இக்கோட்பாட்டின் படி வேர் நுனியாக்குத்திசுவின் வெளிப்புற அடுக்காக அமைந்துள்ள **டெர்மடோஜன்** என்ற அடுக்கு புறத்தோல், வேர்த்தூவி அடுக்கை (Piliferous layer) உருவாக்குகிறது. அதற்கு உட்புறமமைந்த **பெரிப்ளம்** என்ற அடுக்கு புறணியையும், நடுப்புறம் அமைந்த **ப்ளீரோம்** என்ற அடுக்கு ஸ்டீல் பகுதியையும் உண்டாக்குகின்றன என்பதாகும். **கேலிப் பட்ரோஜன்** (Calyptrogen) என்ற வெளிப்புற சிறப்பு அடுக்கால் வேர் மூடி தோன்றுகிறது என **ஜான்ஸ்வ்ஸ்கி** (Janczewski, 1874) கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார்.

கடைநிலைத் தாவரங்களின் வேர்நுனியில் ஒரு செல்லும், மேல்நிலைத் தாவரங்களில் பல செல்களும் கூட்டாக அமைந்து, வேர்நுனியாக்குத் திசுவினை உருவாக்குகின்றன என்று **கூட்டன்பர்க்** (Guttenberg, 1951), **ஸ்கேட்** (Schade, 1951), **கிளெவ்ஸ்** (Clowes, 1950, 1961) ஆகிய அறிவியலாளர்கள் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர்.

ஷீயூப் (Schuepp, 1917) என்பவரின் கருத்துப்படி வேர்நுனியில் **கோர்ப்பர்-கப்பே** (Korper-kappe, படம்.2.11) என்ற இரு மண்டிலங்கள் உள்ளது என்பதாகும். வேர்நுனியின் நடுப்புறத்தில் அமைந்துள்ளது **கோர்ப்பர்**, என்ற உடலப் பகுதியாகும். இதில் அமைந்துள்ள செல்கள் நேர் 'T' அல்லது Y வடிவில் பகுப்படைகின்றன. அதாவது இச்செல்கள் முதலில் குறுக்காகப் பகுப்படைந்து இரு செல்களை தோற்றுவித்து, பின்னர் இவ்விரு செல்களில் உட்புற பெரிய செல் செங்குத்தாகப் பகுப்படையும். இச்செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள மூடிபோன்ற அடுக்குகள் காப்பே எனப்படும். இதில் காணப்படும் செல்கள் தலைகீழ் '⊥' அல்லது தலைகீழ் λ வடிவில் பகுப்படைகிறது. இச்செல்கள் முதலில் குறுக்காக பகுப்படைந்து இரு செல்கள் தோன்றியதும், வெளிப்புற பெரிய செல் செங்குத்தாக பகுப்படையும். இதனால் வேர் மூடி தோன்றுகிறது என செல்பகுப்பின் அடிப்படையில் விளக்கம் தந்துள்ளார். இதே செல் பகுப்பின் அடிப்படையிலேயே **டூனிகா-கோர்பஸ் கோட்பாடு** ஸ்கிமிட் (Schmidt, 1924) என்பவரால் விளக்கப்பட்டது.

ஆலன் (Allen, 1947) என்பார் வேர்நுனியின் நடுப்பகுதியில் அமைந்துள்ள செல்களை **நிரந்தரத் தோற்றுவிகள்** (Permanent initials) என்றும் இதனைச் சூழ்ந்தவாறு காணப்படும் அடுக்குகள் **தற்காலிகத் தோற்றுவிகள்** (Temporary initials) என்றும் வரையறுத்துள்ளார்.

கூட்டன்பெர்க் (Guttenberg, 1960) கருத்துப்படி வேர்நுனி **மூடிய வகை** (Closed type, படம்.2.10), **திறந்த வகை** (Open type, படம்.2.9) என இருவிதமான வேர்நுனியாக்குத் திசுக்களைக் கொண்டது. மூடியவகையில் தற்காலிகத் தோற்றுவிகள் ஒன்றையடுத்து ஒன்றாக மூன்று அடுக்குகளாக அமைந்து, உள் அடுக்கு வாஸ்குல கற்றையையும், நடு அடுக்கு புறணியையும், வெளி அடுக்கு புறத்தோல், வேர் மூடியையும் உருவாக்கும் [எ.கா: *ஸியா*(***Zea***)]. திறந்த வகையில் புறணி, புறத்தோல், வேர்மூடி ஆகிய அனைத்தும் **பொதுத்தோற்றுவிகளில்** (Common initials) இருந்து உண்டாகிறது என கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார் (எ.கா: *ஹிலியான்தஸ்*).

ஈம்ஸ், மெக்டேனியேல்ஸ் ஆகிய இருவரும் (Eames & Mac Daniels, 1947), **ஈசா** (Esau, 1953) போன்றோரும் வெளியிட்ட கருத்தின் அடிப்படையில் **நியூமேன்** (Newman) 1965-ஆம் ஆண்டு, ஐந்து விதமான வேர்நுனியாக்குத் திசு அமைப்பினை வெளியிட்டுள்ளார். ***அல்லியம்*** (*Allium*), ***பைசம்*** (*Pisum*) போன்ற தாவரங்களில் **வேர்நுனி வகை .1** அமைந்துள்ளது. இதில் ஒரே ஒரு நுனி செல் அமைந்து பல தோற்றுவி அடுக்குகளை உண்டாக்குகிறது என்பதாகும். இருவித்திலை, ஒருவித்திலை மற்றும் ஒரு சில ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் **வேர்நுனிவகை2** இது இரண்டு தோற்றுவி அடுக்குகளோடு காணப்படும். வெளியடுக்கு வேர்மூடி, புறத்தோல் புறணியையும், உள்ளடுக்கு வாஸ்குல வளையத்தை தோற்றுவிக்கும். **வேர்நுனிவகை** - 3 டிலியேசி, அம்பலி.:.பெரே குடும்பத்தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. இவ்வேர்நுனியும் இருதோற்றுவி அடுக்குகள் உடையது. வெளியடுக்கு வேர்மூடி, புறத்தோல், வெளிப்புறணியையும் உள்ளடுக்கு உட்புறணி வாஸ்குல வளையத்தையும் உருவாக்கும். *பிராசிகா* (*Brassica*), *நிக்கோட்டியானா* (*Nicotiana*) போன்ற தாவரங்களில் **வேர்நுனிவகை-4** அமைந்துள்ளது. இதில் மூன்று தோற்றுவி அடுக்குகள் காணப்படும். வெளியடுக்கு வேர்மூடி, புறத்தோலையும், நடு அடுக்கு புறணியையும், உள்ளடுக்கு வாஸ்குல வளையத்தையும் தோற்றுவிக்கிறது. *ஸியா* (*Zea*) தாவரத்தில் **வேர்நுனிவகை. – 5** காணப்படுகிறது. இதிலும் மூன்று தோற்றுவி

அடுக்குகள் உண்டு. இதில் வெளியடுக்கு வேர்மூடியையும், நடு அடுக்கு, புறத்தோல் புறணியையும், உள்ளடுக்கு வாஸ்குல வளையத்தையும் உருவாக்குகின்றன. முதல்வகை வேர்நுனி, தண்டுநுனியாக்குத் திசுவின் *சிம்ப்ளெக்ஸ்* (*Simplex*) வகையைச் சார்ந்தும், ஏனைய வகைகள் *டியூப்ளெக்ஸ்* (*Duplex*) வகையை ஒத்தும் அமைந்துள்ளது.

கிளொவ்ஸ் (Clowes, 1976) கருத்துப்படி, வேர் நுனியாக்குத் திசுவின் மையத்தில் அரைவட்ட வடிவில் தட்டையாக ஒரு தோற்றுவி மண்டலம் உள்ளது என்பதாகும். அது அமைதி மையம் (Quiescent centre) எனப்படும் (படம்.2.12). இப்பகுதியில் உள்ள செல்கள் பகுப்படைவதில்லை. சில சமயங்களில் அரிதாக, மிகக்குறைந்த அளவே பகுப்படைகிறது. இதனைச் சூழ்ந்துள்ள செல்கள் தோற்றுவிகளாகும். இது புரோமெரிஸ்டம் (Promeristem) என்றும் அழைக்கப்படும். புரோமெரிஸ்டமே வேரின் எல்லாப் பகுதிகளையும் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றலுடையது. இக்கோட்பாடு “அமைதிமையக் கோட்பாடு” எனப்படும் (Quiescent centre concept). எ. கா: *ஸியா மெய்ஸ்* (***Zea mays***) தாவரத்தின் வேர்நுனி 1 மிமீ குறுக்களவுடையது. சுமார் 1,10,000 செல்களைக் கொண்டுள்ளது. இதில் 600 செல்கள் அமைதிமையத்தை உருவாக்குகின்றன. இவ்வமைதிமையம் இருப்பது வேதியியல், செல்லியல் பரிசோதனைகள் மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் கதிரியக்கக் கார்பன் (^{14}C), பாஸ்.ஃபரஸ் (^{32}P) மூலமும், எக்ஸ்ரே கதிர், புறஊதாக் கதிர் மூலமும் சோதனைக்கு உட்படுத்தப்பட்டது. எனினும் எவ்வித மாற்றமும் இவ்வமைதி மையத்தில் நிகழவில்லை. ஒரு சாராரின் கருத்துப்படி அமைதிமையச் செல்கள் வளர்ச்சி ஊக்கிகளின் செயல்களை ஒருநிலைப்படுத்துகிறது என்பதாகும். சில ஆய்வாளர்கள், அமைதிமையத்தைச் சூழ்ந்துள்ள தற்காலிகத் தோற்றுவிகள் மிக அதிக அளவு பகுப்படைவதாலும், பெருகுவதாலும் ஏற்படும் அழுத்தம், அமைதிமையச் செல்கள் மேல் செலுத்தப்படுவதால் அது பகுப்படைவதில்லை என்று கருத்து தெரிவித்துள்ளனர். எனினும் வேர்நுனிகள் காயப்படும்போதோ, வேறு வகைகளில் பாதிக்கப்படும் போதோ மட்டும் அமைதிமையச் செல்கள் பகுப்படைந்து புதிய செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது.

நுனி ஆக்குத்திசுக்களின் அமைப்பு செயல்திறன் பற்றி பல்வேறு கருத்துக்கள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன. எனினும் ஒரு சில

முதன்மையான கருத்துக்கள் மட்டுமே இவ்வத்தியாயத்தில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

இ. புரோகேம்பியம் (Procambium)

தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் முதனிலை வாஸ்குல கற்றைகள் (Primary Vascular Bundles), புரோகேம்பியம் எனும் ஆக்குத் திசுவால் உண்டாக்கப்படுகிறது. நுனியாக்குத்திசுவில் புரோகேம்பிய ஆக்குத்திசு விஞ்சிய அல்லது எஞ்சிய ஆக்குத்திசு (residual meristem) வாக உள்ளது என கெப்ளான் (Kaplan, 1937) விவரித்துள்ளார். செல்பகுப்பின் அடிப்படையில் புரோகேம்பியம், நுனி ஆக்குத் திசுவில் இருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என கேப் (Kabe, 1962) எனும் அறிவியலார் வெளியிட்டுள்ளார். நுனியாக்குத்திசுவில் ஒரு சில செல்கள் புரோகேம்பிய தோற்றுவிகளாக செயல்பட்டு பகுப்படைகிறது. இச்செல்கள் பரிதிக்கு நேர்குத்தாகவோ அல்லது வெவ்வேறு போக்கிலோ பகுப்படைகிறது. சைலத் தோற்றுவிகள் ஆரப்போக்கு வரிசையிலும் புளோயம் தோற்றுவிகள் குறிப்பிட்ட வரிசையமைப்பு இல்லாமலும் தோன்றுகிறது. துவக்கத்தில் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம் கொண்ட இச்செல்களில் நுண்குமிழ்ப்பைகள் வாக்யூல்கள் தோன்றுகின்றன. புரோகேம்பியம் தோன்றும் போது தண்டில் இச்செல்கள் நுனிநோக்கி (Acropetal) வேறுபாடு அடைகின்றன.

வேர்களில் புரோகேம்பிய செல்கள் நுனி ஆக்குத் திசுவின் அடியில் வெவ்வேறு நிலையில் வேறுபாடுறுகிறது. பொதுவாக புரோகேம்பியம் நீண்ட தூண் போல வேர் நுனியில் நடுப்புறத்தில் தோன்றுகிறது. இதில் ஒரு சில குறிப்பிட்ட செல்கள் ஏனைய செல்களில் இருந்து மாறுபட்டு காணப்படுகின்றன. இச்செல்கள் புரோகேம்பிய புரிஇழைத் (Procambial strands) தோற்றுவிகளாக மாறுகின்றன. இவற்றில் இருவகையான புரிஇழைகள் காணப்படும். அவை சைலம் புரோகேம்பிய புரிஇழைகள், புளோயம் புரோகேம்பிய புரிஇழைகளாகும். முதலில் சைலம் புரிஇழை செல்களே பகுப்புற்று அளவில் பெரியதாகவும் நுண்குமிழிகளோடும் தோன்றுகின்றன. நடுப்புறத்தில் உள்ள செல்கள் குறுக்களவில் பெரியதாகவும், தடித்த சுவரோடும் வேறுபாடுறுகிறது. இது மெட்டா சைலம் அங்கங்களாகும். அதே ஆரத்தில் வெளிப்புறம் உள்ள செல்கள் குறுகிய குறுக்களவு கொண்டதாகவும் தடிப்புற்ற செல்களாகவும் வேறுபாடு அடைந்து புரோட்டோசைலம் அங்கங்களாகின்றன. வேறுபாடு அடையும் நேரத்தில்

இரண்டாம் செல்சுவர் படிதல் முதிர்ச்சியடைதல் போன்றவற்றில் புரோட்டோசைலம் முதலிலும் அதனைத் தொடர்ந்து மெட்டா சைலமும் மாறுபாடு அடைகின்றன. இம்மாதிரி வெளிச் சுற்றில் துவங்கி மையத்தை நோக்கி முதிர்ச்சியடைவது குவிமையப் போக்கு வளர்ச்சி (centripetal development) எனப்படும். ஃபுளோய புரோகேம்பியத் தோற்றுவிகளும் குவிமையப் போக்கிலேயே வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைகிறது. இதிலும் மெட்டா புளோயம், புரோட்டோ புளோய அங்கங்கள் சைலத்தில் உள்ளது போலவே வேறுபாடுறுகின்றன.

ஸ்டெர்லிங் (Sterling, 1946), கேட்டிசென் (Catesson, 1964), ஈசா (Easu, 1946), ஃபான் (Fahn, 1972), லார்சன் (Larson, 1976) போன்ற தாவரவியல் அறிவியலாளர்கள் புரோகேம்பியத்தின் அமைப்பை விவரித்து வெளியிட்டுள்ளனர். புரோகேம்பிய செல்கள் ஆரப்போக்கில் காணும் போது ஒருபக்கம் தட்டையாகவும், எதிர்ப்பக்கம் முக்கோண முகடு அமைப்பாகவும் உள்ளன. செல் உட்பொருட்கள் அதிக வண்ணத்தை ஏற்றுக் கொள்ளும். வாஸ்குல கேம்பியத்தில் இருப்பது போல் அல்லாமல் எல்லா செல்களும் தோற்றத்தில் ஒரேமாதிரியானவையாக இருக்கும். ஒரு சிலரின் கருத்துப்படி புரோகேம்பியமும், வாஸ்குலார் கேம்பியமும் ஒரே மாதிரியான ஆக்குத் திசுக்களே, ஆயினும் தாவரங்களில் வெவ்வேறு நிலைகளில் தோன்றுகிறது என்பதாகும். இலைகளில் தோன்றும் போது, புரோகேம்பியம் தட்டையாக்குத்திசுவில் (Plate meristem) இருந்து தோன்றுகிறது. கோண மொட்டுக்கள், வேற்றிட மொட்டுக்களில் நுனிநோக்கியோ (Acropetal) அல்லது அடிநோக்கியோ (Basipetal) வேறுபாடு அடைகிறது. ஃபிலிஃப்சன் (Philipson, 1948) கருத்துப்படி மலர்களிலும் மஞ்சரிகளிலும் ஆதார ஆக்குத்திசுவில் (Ground meristem) இருந்து எஞ்சிய ஆக்குத்திசு (residual meristem) வேறுபாடுற்று புரோகேம்பிய ஆக்குத்திசுக்கள் தோன்றுகிறது என்பதாகும்.

புரோகேம்பியத்தில் இருந்து முதனிலை புளோயம் குவிமையப் போக்கிலும் (Centripetal) முதனிலைசைலம் விரிமையப்போக்கிலும் (Centrifugal) வேறுபாடுறுவதால் தண்டுகளில் சைலம் உள்நோக்கியதாக (endarch) உள்ளது. வேர்களில் முதனிலை சைலம், புரோகேம்பியத் தோற்றுவிகளில் இருந்து குவிமையப் போக்கில் தோன்றுவதால் சைலம் வெளிநோக்கியதாக (exarch) உள்ளது. மேலும் புளோயமும்

குவிமையப் போக்கில் உண்டாவதால் புரோட்டோ புளோயம் பெரிசைக்கிள் அடுக்கை அடுத்தே காணப்படுகிறது.

ஈ. இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு (Intercalary Meristem)

தண்டுகளில் கணு இடைப் பகுதிகளை உருவாக்கும் ஆக்குத் திசு இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு (Intercalary Meristem) எனப்படும் (படம்.2.1). இது நுனியாக்குத்திசு, பக்கஆக்குத்திசுவிலிருந்து வேறுபட்டதாகும். தண்டு நுனியாக்குத் திசுவில் இலைத் தோன்றல்கள் நெருக்கமாக இடைவெளியின்றி அமைந்திருக்கும் போது கணு இடைபாகம் தெரிவதில்லை. இலைகள் வேறுபாடுறும் போது இலைகளின் அடிபாகத்திலும், இலைகளின் அடியுறை பாகங்களிலும் இவ்வாக்குத் திசு தோன்றுகிறது. இவ்வாக்குத்திசு தொடர்ந்து பகுப்படைந்து, விரிவடைவதால் கணுஇடை பாகங்கள் தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றன. இதனால் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அமைந்த இலைகளும் கணுக்களும் விலகி கணுஇடை தூரங்களால் பிரிக்கப்படுகிறது. கணுஇடை, இளம் நிலையில் இருக்கும் போது எல்லா செல்களும் ஒரே சீராகப் பகுப்படைந்து வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. கணு இடை தூரம் வளர்ந்த பிறகு செல்பகுப்பு படிப்படியாகக் குறைந்து இலையடி பாகத்தில் மட்டும் நடைபெறும். இதனால் பொதுவாகக் கணுக்களின் அடிப்பாகம் பருத்து காணப்படுகிறது. மேலும் இவ்வளர்ச்சியினால் அப்பகுதியில் வாஸ்குல தொகுப்பின் தொடர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது. இவ்விடங்களில் வலிவூட்டும் திசுக்களும் தோன்றாத காரணங்களால் வலிவற்று எளிதில் முறிந்து விடும் நிலையில் இருக்கும். பொதுவாக இவ்வாக்குத்திசு கணுக்களுக்கு சற்று மேலேயே அமைந்திருக்கும்.

ஒருவித்திலைத் தாவர தண்டுகளிலும், கேரியோ.'.பில்லேசி, பாலிகோனேசி, கீனோபோடியேசி குடும்பத் தாவரங்களிலும் இடைப்பட்ட ஆக்குத்திசு தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. புல் தாவரங்களில் இவ்வாக்குத் திசு கணுக்களுக்கு சற்று மேலேயே அமைந்துள்ளது.

இடைப்பபட்ட ஆக்குத்திசு இருவகைப்படும். ஆவை 1. எஞ்சிய ஆக்குத்திசு (Residual meristem) 2. மீண்டுவந்த ஆக்குத்திசு (Resumptive meristem) என்பவைகளாகும். எஞ்சிய ஆக்குத் திசு கணு இடை தூரங்கள் வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமானது. இளம் நிலையில் இவை தொடர்ந்த வரிசையாக்குத் (ribmeristem) திசுவாகக் காணப்பட்டாலும்

செல்பகுப்பு சிறுகச் சிறுகக் குறைந்து கணுஇடையின் மேற்புறத்திலோ அல்லது அடிப்புறத்திலோ அல்லது இடைவெளி இடங்களிலோ மட்டும் நடைபெறும் அளவிற்கு இறுதிநிலையடைகிறது. கணுஇடை தூரங்களில் ஒருசில இடங்கள் முதிர்வடைந்த செல்களோடும் ஒரு சில இடங்கள் பகுப்படையும் செல்களோடும் காணப்படுவதால் இது எஞ்சிய ஆக்குத் திசு என அழைக்கப்படுகிறது.

ஆக்குத்திசு அல்லாத, வளர்ச்சியும் முதிர்ச்சியும் முடிவடைந்த ஒரு சில இடங்களில் மீண்டும் ஆக்குத் திசுக்கள் புற தூண்டுதல்களால் தோன்றக் கூடும். அது மீண்டுவந்த ஆக்குத்திசு எனப்படும். செல்கள் அல்லது திசுக்கள் காயப்படும் போது வளர்ச்சி ஊக்கிகளின் தூண்டுதலால் அவ்விடத்தில் உள்ள செல்கள் பிற்போக்கு மாறுபாடு அடைந்து ஆக்குத்திசுவாக மாறி காயத்தை ஆற்றிக் கொள்கிறது. இது போல் இயல்பாகவே ஒரு சில மலர்காம்புகளிலும், உருளைக் கிழங்கின் காம்புகளிலும், *அராகிஸ் ஹைபோஜியா* (Ground nut) கனிகளில் கனிதாங்கிகளிலும் மீண்டு வந்த ஆக்குத் திசு தோன்றி அவைகளின் நீண்ட வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமாக அமைகிறது.

3. திசுக்கள் (Tissues)

திசுக்களின் வகைபாடு (Classification of Tissues)

திசுக்களின் புறப்பண்பு செயல் திறன் போன்றவற்றின் அடிப்படையில் ஈம்ஸ், மெக்டானியவடல்ஸ் (1950) என்ற இரு தாவரவியல் அறிஞர்கள் திசுக்களை இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவை: ஆக்குத் திசுக்கள் (Meristematic Tissues), நிலைத்த திசுக்கள் (Permanent Tissues) என்பனவாகும்.

ஆக்குத் திசுக்கள்:

தொடந்து பகுப்படைந்து புதிய செல்களை தோற்றுவிக்கும் திறன் கொண்ட செல்களைக் கொண்டதிசு ஆக்குத் திசுக்கள் ஆகும். எ.கா. தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் அமைந்துள்ள நுனி ஆக்குத்திசுக்கள் (Apical Meristem), பக்க ஆக்குத் திசுக்கள் (Lateral meristem) ஆகியவை.

நிலைத்த திசுக்கள் :

ஒரு குறிப்பிட்ட செயலுக்காக செல்கள் முதிர்ச்சி அடைந்து வேறுபாடுற்று (Differentiation) செயல்படும் போது அவை நிலைத்த திசுக்கள் எனப்படும். எ.கா. பாரெங்கைமா, ∴புளோயம், சைலம்.

நிலைத்த திசுக்கள் மேலும் இருபிரிவாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு வகைப்பட்ட செல்கள் ஒருங்கே அமைந்து ஒரு குறிப்பிட்ட வேலைத் திறன் கொண்டிருந்தால் அது நிலைத்த தனித்த திசு (Simple Permanent Tissue) ஆகும். எ.கா. பாலிசேட் பாரெங்கைமா (Palisade Parenchyma), கோலங்கைமா (Collenchyma). பல வகைப்பட்ட செல்கள் ஒருங்கே அமைந்து ஒரு குறிப்பிட்ட வேலைத்திறன் கொண்டிருந்தால் அது நிலைத்த கூட்டுத் திசு (Complex Permanent Tissue) எனப்படும். எ.கா. சைலம், ∴புளோயம்.

தாவர உறுப்புகளாகிய தண்டு, இலை, வேர் ஆகியவை கூட்டுத்திசுக்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. பல்வேறு கூட்டுத்திசுக்கள் கூட்டாக ஒருங்கே அமைந்து ஒருங்கிணைந்த வேலைகளை

மேற்கொள்ளுமாயின் அது திசுத் தொகுப்பு (Tissue System) எனப்படும். புறத்தோல், வாஸ்குல தொகுப்புகள், மீசோஃபில் திசு ஆகியவற்றை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

ஹேபர்லாண்ட் (Haberlandt) எனும் தாவரவியல் அறிஞர் திசுக்களின் செயல்திறனின் அடிப்படையில் கீழ்க் கணுமாறு வகைப்படுத்தியுள்ளார்.

1. பகுப்படையும் திசுத் தொகுப்பு (Formative Tissue): இத்திசு தொடர்ந்து பகுப்படைந்து புதிய செல்களை தோற்றுவிக்கும் திறன் கொண்டது. எ.கா. புரோகேம்பியம், வாஸ்குல கேம்பியம், நுனிஆக்குத் திசுவும் ஒரு வகையில் பகுப்படை திசுவாகும்.
2. சேமிப்புத் திசுத் தொகுப்பு (Storage Tissue): தரசம், படிகங்கள், கோந்து (Gum), டானின் போன்ற சேமிப்புப் பொருட்களைத் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கும் செல்கள் அல்லது திசுக்கள். எ.கா. முளைசூழ்தசை (எண்டோஸ்பெர்ம்), கனியுறை (பெரிகார்ப்), போன்ற சேமிப்பு உறுப்புகள்.
3. ஒளிச்சேர்க்கைத் திசுத் தொகுப்பு (Photosynthetic Tissue): பாரெங்கைமா செல்கள் பசுங்கணிகத்தை பெற்று ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும். எ.கா. பாலிசேட் பாரெங்கைமா.
4. சுரக்கும் திசுத் தொகுப்பு (Secretory Tissue): கரிம, கனிம வேதிப்பொருட்களை சுரக்கும் அமைப்புகள். எ.கா. தேன் சுரப்பிகள், பிசின் குழாய்கள், லேடக்ஸ் சுரப்பிகள்.
5. வலிவூட்டும் திசுத் தொகுப்பு (Mechanical Tissue): தடித்த, அல்லது இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் கொண்டு தாவரங்களுக்கு வலிமையைக் கொடுக்கிறது. எ.கா. கோலங்கைமா, ஸ்கிளிரெங்கைமா.
6. கடத்தும் திசுத் தொகுப்பு (Conducting Tissue): நீர், கனிமங்கள், மற்றும் உணவுப்பொருட்களைக் கடத்தும் திசுக்கள். எ.கா. சைலம், புளோயம்.
7. பாதுகாக்கும் திசுத் தொகுப்பு (Protective Tissue): மென்மையான செல்களை உள்ளடக்கி பாதுகாக்கும் அமைப்பாகவும் வரம்பு அடுக்காகவும் உள்ள திசுக்கள் எ.கா. புறத்தோல், பெரிடெர்ம்.

சாக்ஸ் (Sachs) எனும் தாவர வல்லுநர் திசுக்களை அமைவிடத்தின் அடிப்படையில் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தியுள்ளார்.

1. **தோல் திசு (Dermal Tissue):** இவ்வகைத் திசுக்கள் வரம்பு அடுக்குகளாக அமைந்து பாதுகாக்கும் செயல் திறன் கொண்டவை. எ.கா. புறத்தோல், பெரிடெர்ம்.
2. **ஆதாரத்திசு (Ground / Fundamental Tissue) :** தாவரத்தில் அடிப்படையாகக் காணப்படும் திசுக்கள். சேமித்தல், சுரத்தல், ஒளிச்சேர்க்கை போன்ற செயல்திறன் கொண்டது. எ.கா.புறணி, பித், இலையிடைத் திசு, வாஸ்குல கற்றைத் திசுக்கள்.

அ. தனித்த திசுக்கள் (Simple Tissue)

ஒரு தரப்பட்ட செல்களால் ஆக்கப்பட்டு, ஒரு தன்மையானதாகவும், ஒரு குறிப்பிட்ட செயல்படும்திறன் கொண்டதாகவும், பொதுவாக ஒரே தாய் செல்லிலிருந்து தோன்றிய திசுக்கள் தனித்த திசுக்கள் எனப்படும்.

1. பாரெங்கைமா திசு

தோற்றம் : நுனி ஆக்குத் திசு, மற்றும் பக்க ஆக்கு திசு, இடையாக்கு திசுக்களினால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

அமைவிடம்: தாவரத்தின் எல்லா பாகங்களிலேயும் அடிப்படை ஆதாரத்திசுவாக அமைந்திருக்கும்.

அமைப்பு : செல்கள் சமபக்க அளவுடன் அறுங்கோண வடிவம் கொண்டதாகவோ, அல்லது கோளவடிவ அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவத்திலோ காணப்படும் ஒவ்வொரு செல்லும் பல பக்கங்களைக் கொண்டது. ஒரு சில பாரெங்கைமா செல்கள் 14 அல்லது 16 முகப்புகளைக் கொண்டிருக்கும் (படம்.3.1). செல்கள் செல் இடைவெளிகளோடோ அல்லது நெருக்கமாய் இடைவெளியின்றியோ காணப்படலாம். பல்கோண அல்லது அறுங்கோண அமைப்புள்ள செல்களில் இடைவெளிகள் காணப்படுவதில்லை. செல்கள் நடு அடுக்கு என்ற செல் இடைப்பொருளால் ஒன்றோடு ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

பெரும்பாலும் பாரெங்கைமா செல்கள் முதன்நிலை செல்சுவர் (Primary cell wall) பெற்றிருக்கும். செல்சுவர் செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் ஆகிய கரிம வேதிப் பொருளால் ஆனது.

செல்சுவர் நீட்சியுறும் தன்மையும் நெகிழ்வுறும் தன்மையும் உடையது. செல் சுவரில் மிக நுண்ணிய முதல்நிலை குழிப்பரப்புகள் (Primary pit fields) அமைந்துள்ளன. இக்குழிப்பரப்புகளின் உதவியால் ஒரு செல்லில் உள்ள சைட்டோபிளாசம் அடுத்த செல்லில் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தோடு மிக நுண்ணிய சைட்டோபிளாச இழையின் உதவியால் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இவ்விழைகளுக்கு பிளாஸ்மோடெஸ்மாக்கள் (Plasmodesmata) என்று பெயர். முழு வளர்ச்சி அடைந்த பாரெங்கைமா செல்கள் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம் பெற்று நடுப்பகுதியில் மிகப்பெரிய நுண்குமிழ்பையோடு (Vacuole) காணப்படும். சைட்டோபிளாசத்தில் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்த உட்கருவும், நுண் உறுப்புகளும் விரவிய வண்ணம் உள்ளன.

பாரெங்கைமா (செல்லின்) வகைகள் : வடிவம் மற்றும் செயல் திறனின் அடிப்படையில் பல்வேறு வகைப்பட்ட பாரெங்கைமா செல்கள் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன.

கோளவடிவ பாரெங்கைமா : இச் செல்களை குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும்போது இவை வட்டம் அல்லது நீள்முட்டை வடிவத்தில் அமைந்து செல் இடைவெளிகளோடு காணப்படும். எ.கா. வேர் புறணி செல்கள் (படம்.3.2.1,2).

கோணப் பாரெங்கைமா : இச்செல்கள் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் அறுங்கோண அல்லது பல்கோண அமைப்போடு செல்இடைவெளி இன்றி நெருக்கமாய் அமைந்திருக்கும். எ.கா. ஒரு சில தாவரங்களின் தண்டு புறணி செல்கள் (படம்.3.2.2).

பாலிசேட் பாரெங்கைமா : இச்செல்கள் உருளை அமைப்பு கொண்ட செல்கள், ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வேலிக்கால்போல் அமைந்து பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றிருக்கும். இதனால் இதற்கு குளோரெங்கைமா என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளது. ஒளிச்சேர்க்கை செயலை மேற்கொள்கிறது. எ.கா. இலையின் பாலிசேட் இலையிடைத் திசு.

மடல் (Lobed) பாரெங்கைமா இச்செல்களின் சுவர் மேடுபள்ளங்களோடு அமைந்து அமீபா வடிவத்தில் உள்ளது. மிகப்பெரிய காற்றிடைவெளிகளை உள்ளடக்கி இருக்கும். எனவே இது ஏரெங்கைமா (Aerenchyma) எனப்படும். எ.கா. ஹைறட்ரில்லா தண்டுப் புறணி செல்கள். இப்பாரெங்கைமா செல்கள் பசுங்கணிகத்தை பெற்று

ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும் பொது பஞ்சு பாரெங்கைமா (Spongy Parenchyma) எனப்படும். எ.கா. இலையின் பஞ்சு இலையிடைத்திசு.

நட்சத்திரப் பாரெங்கைமா (Stellate Parenchyma, படம்.3.2.4): இச்செல்கள் ஆரப்போக்கு நீட்சிகளைப் பெற்றிருக்கும். பல செல்களின் ஆரப்போக்கு நீட்சிகள் ஒன்றோடொன்று இணைவதால் வலைப்பின்னல் அமைப்பிலுள்ளது. எ.கா. *டை.'.பா* (*Typha*) *ஜஸ்ஸியா, நிம்.'.பியா* போன்ற நீர் வாழ் தாவரங்களில் காணப்படும் பாரெங்கைமா காற்றறைகளைச் சூழ்ந்து காணப்படுவதால் ஏரெங்கைமா எனப்படும் (படம்.3.2.5,6). .

சாய்வு பாரெங்கைமா (Oblique Parenchyma) :குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் இச்செல்களின் சுவர் சாய்வாக அமைந்துள்ளது. மிகப்பெரிய காற்றறைகளை உள்ளடக்கி இருக்கும். எ.கா. *ஸ்குமான்னியாந்தஸ்* (*Schumannianthus*) இலைக்காம்பின் புறணி செல்கள்.

முளை பாரெங்கைமா (Pegged Parenchyma, படம். 3.2.3) : இச் செல்களின் செல்சுவர் முளை போன்ற கோள வடிவமான அமைப்புகளை உட்புறமாக தோற்றுவித்திருக்கும். பசுங்கணிகத்தை பெற்றிருந்தால் முளை குளோரெங்கைமா எனப்படும். எ.கா. ரெஸ்டியனெஸி (Restionaceae) குடும்பத்தாவர இலையிடைத்திசு, பைனஸ் ஊசியிலை.

நார் பாரெங்கைமா (Substitute Fibre) :இச் செல்கள் மிக நீண்டதாக அமைந்து குறுகிய கூர் முனை கொண்ட செல்கள், தடித்த செல்சுவரைப் பெற்றிருக்கும். நார் செல்களை ஒத்திருக்கும் எ. கா. பேரீச்சம், கா.'.பி போன்ற தாவரங்களில் உள்ள கடினமான விதைகளில் உள்ள பாரெங்கைமா செல்களின் செல்சுவர் அதிக அளவு தடிப்புற்றுள்ளது. மேலும் செகண்டரி சைலத்தில் உள்ள சைலம் பாரெங்கைமா செல்களில் இரண்டாம் செல் சுவர் தோற்றுவிக்கப்பட்டு லிக்னின் படிவதால் சுவர் தடிப்புற்று காணப்படும். இவை ஸ்கிளிரோடிக் (Sclerotic) பாரென்கைமா எனப்படும்.

செயல்திறன் :பாரெங்கைமா திசு பல்வேறு வகையான செயல்களை மேற்கொள்கிறது. தரசமணிகள், எண்ணெய், கொழுப்புப் பொருட்கள்,

கால்சியம் உப்புக்கள், சிலிகா போன்ற பலதரப்பட்ட பொருட்களைச் சேமிக்கின்றன. சில வகை பாரெங்கைமா செல்கள் சுரக்கும் (தேன், மியூசிலேஜ், பிசின்) செயல் திறன் கொண்டது. பசுங்கணிகத்தைப் பெற்றிருக்கும் போது ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும். ஏரெங்கைமாவாக இருப்பின் நீர்வாழ் தாவரம் மிதப்பதற்கு ஏதுவாக காற்றறைகளோடு உள்ளது. தாவரங்கள் காயப்படும்போது பகுப்படைந்து, புதியசெல்களை தோற்றுவிப்பதன் மூலம் ஆற்றும் திறனுள்ளது. வேற்றிடவேர், தண்டுத் தொகுப்பைத் தோற்றுவிக்கவல்லது. மீண்டும் ஆக்குத்திசுவாக மாறி செயல்படக் கூடியது. இத்திசு தாவரங்களில் ஆதாரத் திசுவாகவும், முழு ஆக்குத்திறன் (Totipotency) வாய்ந்த திசுவாகவும் கருதப்படுகிறது.

2. கோலங்கைமா திசு

இது ஒரு தனித்த திசுவாகும். இத்திசு தூண்டப் படும்போது ஆக்குத் திசுவாக மாறவல்லது.

தோற்றம் : நுனி ஆக்கு திசுவில் காணப்படும் தண்டுப் புறணித் தோற்றுவிகளில் இருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

அமைவிடம் : தண்டில் புறத்தோலுக்கு அடுத்துள்ள புறத்தோலடி அடுக்கு ஹைபோடெர்மிஸ் (Hypodermis) அடுக்குகளிலேயும், இலைக் காம்பு மற்றும் நடுநரம்பு பகுதிகளிலேயும், பூக்காம்பின் ஹைபோடெர்மிஸ் பகுதியிலேயும் காணப்படும். இச்செல்கள் குறுக்கு வெட்டில் காணும்போது தொடர் வளையங்களாகவோ, சிறுசிறு தொகுப்புகளாகவோ அமைந்திருக்கலாம்.

அமைப்பு : இச்செல்கள் பாரெங்கைமா செல்களைப் போன்றே சமபக்க அளவுடன், பல்கோண அமைப்பினைக் கொண்டது. சில செல்கள் அதிக நீளத்தைப் பெற்றிருக்கும் முதன்நிலை செல்சுவர் (Primary cell wall) செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் படிவதால் உண்டாகிறது. முதன் நிலை செல்சுவரில் ஒரு சில இடங்களில் மட்டும் பெக்டின் என்ற கார்போஹைட்ரேட் கூட்டுப்பொருள் படிவதால் அவ்விடங்கள் தடிப்புற்றிருக்கும். செல்சுவர் நீட்சியுறும் தன்மையும், நெகிழ்வுறும் தன்மையும் பெற்று, முதன்நிலை குழிப்பரப்புகள், பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டாக்களோடு காணப்படும். செல்களின் உள்ளமைப்பு பாரெங்கைமா செல்களை ஒத்திருக்கும். செல்சுவரில் படியும் தடிப்புக்களின் அடிப்படையில் மூன்று பிரிவாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

கோண கோலங்கைமா (Angular Collenchyma, படம். 3.3.1) : பல்கோண அமைப்பு கொண்ட செல்லின் கோணப் பகுதிகளில் நீள் வாக்கில் செல்சுவர் கூட்டுப் பொருள் படிவதால் அவ்விடங்கள் மட்டும் தடிப்புற்றுள்ளது. எ.கா. டட்டுரா (Datura) தண்டின் புறத்தோல் அடுக்கு.

கோண இடைவெளிக் கோலங்கைமா (Lacunar Collenchyma, படம். 3.3.2) செல்களின் கோணங்களில் செல்சுவர் பொருட்கள் படியும் போது

அவை செல் இடைவெளிகளை உள்ளடக்கிக் கொண்டு படிகின்றன. இதனால் வட்ட வடிவ செல்களுக்கிடையே அமைந்துள்ள இடைவெளியைச் சூழ்ந்த செல்சுவர் பகுதிகள் மட்டும் தடித்தும், இதரப்பகுதிகள் மெல்லியதாகவும் தோன்றும். எ.கா. லாக்டுகா (*Lactuca*) தண்டு.

தட்டு கோலங்கைமா (Lamellar Collenchyma. படம். 3.3.3)

இவ்வகையில் செல்களின் பரிதிக்கு இணையான செல் சுவர்களில் மட்டும் செல்சுவர்ப் பொருட்கள் படிந்து பட்டையாகத் தடிப்புற்று இருக்கும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் செல்களின் சுவர்கள் தட்டு அல்லது படலம் போன்று தோற்றமளிக்கும். எ.கா. சாம்புகஸ் (Sambucus) தண்டு.

வளையக் கோலங்கைமா (Annular Collenchyma)

டச்செயின் (Duchaigne, 1955) என்னும் தாவரவியலார் நீரியம் இலைக்காம்பில் வளைய கோலன்கைமா இருப்பதை வெளியிட்டுள்ளார். இச்செல்களில் செல் சுவர்ப்பொருள் அதிகமாகப் படிவதால் செல் கூடு (lumen) வட்ட வடிவில் காணப்படுகிறது. இது முதிர்ச்சியடைந்த கோலங்கைமாவாக இருக்கக்கூடும் என ஃபான் (Fahn, 1987) கருத்து வெளியிட்டுள்ளார்.

செயல்திறன் : தாவரங்களில் முதன்நிலை வளர்ச்சி அடையும் இடங்களில் இது வலிவூட்டும் திசுவாகச் செயல்படும். தேவை ஏற்படும்போது, அதாவது இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்கு (பெரிடெர்ம்) தோன்றும் போது கோலங்கைமா செல்கள் தடிப்புத் தன்மை நீக்கப்பட்டு மீள்வேறுபாடு (dedifferentiation) அடைந்து ஃபெல்லோஜன் (Phello0gen) தோற்றுவிப்பதில் பங்கு கொள்ளும். வளர்ச்சியடைந்த சில தாவரங்களில் இச்செல்களின் செல்சுவரில் லிக்னின் படிவதால் ஸ்கிளீரென்கைமா செல்லாக மாற்றப்படும்.

3. ஸ்கிளீரெங்கைமா (Sclerenchyma)

தோற்றம்: இது ஒரு நிலைத்த தனித்த திசுவாகும். :ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்கள் அடிப்படை ஆக்குத் திசு, புரோகேம்பிய தோற்றுவிகள், வாஸ்குல கேம்பியம் போன்றவற்றால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

அமைவிடம்: . தண்டு, இலை, வேர், கனியுறை, விதையுறை போன்ற உறுப்புகளில் குறுக்குவாட்டில் பரவலாகவோ, தொகுப்புக்களாகவோ, தொடர் வளையங்களாகவோ காணப்படும். ஒரு வித்திலை தாவர இலையில் கற்றைகளுக்கு மேலும், கீழுமாக தொகுப்பாகவும், தண்டுகளில் கற்றை உறையாகவும் உள்ளது. சைலம், புளோயம் திசுக்களில் விரவிக் காணப்படும்.

அமைப்பு : முழுவளர்ச்சி அடைந்த ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்களில் புரோட்டோபிளாசம் இருப்பதில்லை, எனவே, இவை இறந்த செல்களாகக் கருதப்படும். செல்கள் மிகநீண்ட குறுகிய, கூர்மையான முனை கொண்ட செல்களாகவோ அல்லது சமபக்க அளவு கொண்ட குட்டையான அகலமான செல்களாகவோ காணப்படும். **லிக்னின்** என்ற கூட்டுப்பொருள் முதன்நிலை செல்சுவர் மேல் உட்பக்கமாகத் தொடர்ந்து படிவதால் தடிப்புற்ற இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் (Secondary cell wall) தோன்றும் (படம்.3.11). இந்நிலையில் புரோட்டோபிளாசம் முழுவதும் மறைந்து விடுவதால் செல்லின் நடுப்பகுதியாகிய செல் உடகூடு (Lumen) வெற்றிடமாகத் தோன்றும். எளிய வகை குழிகள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இக்குழிகள் குறுகிய கால்வாய் போன்ற (படம்.3.12) அமைப்புடன், கிளைத்தோ, கிளையுறாமலோ தெளிவாகத் தோற்றமளிக்கின்றன. அரிதாக சில ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்கள் புரோட்டோபிளாசம் பெற்று உயிருள்ள செல்களாகவும் காணப்படுவதுண்டு.

ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்களின் வகைகள்: செல்களின் வடிவம், உள்ளமைப்பு, குழிகள் அமைவு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஸ்கிளீரெங்கைமா **ஸ்கிளீரெட்** (Sclereid), **நார்** செல் (Fibre) என இருபிரிவாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஸ்கிளீரைடுகள் : இவை பெரும்பாலும் சமபக்க அளவு கொண்ட சதுரவடிவ செல்களாகவோ, அரிதாக நீளமான செல்களாகவோ

உள்ளன. கிளையுறாத அல்லது கிளையுற்ற குழிகள் மிகத் தெளிவாகவும் அதிக அளவிலும் காணப்படும். இச்செல்கள் தனித்தோ அல்லது தொடர் வரிசையிலோ அல்லது சிறு தொகுப்புக்களாகவோ அமைந்துள்ளன. செல்களில் ஏதேனும் அடக்கப்பொருட்கள் அமைந்து, சூழ்ந்துள்ள இதர செல்களினின்றும் உருவத்தில் மாறுபட்டிருந்தாலும், இன்னொருதிசுவில் அங்கங்கே சிதறிக் காணப்பட்டாலும் அவ்வகை ஸ்கிளீரெய்டுகளுக்கு **இடியோப்ளாஸ்ட் ஸ்கிளீரைட்** (Idioblast sclereid) என்று பெயர்.

ஸ்கிளீரைடுகளின் வகை பாடு, அமைவிடம்

பிராக்கிஸ்கிளீரைடு (Brachysclereid) : இவை அகலமான, சமபக்க அளவு கொண்ட, தடிப்புற்ற செகண்டரி செல்சுவர் கொண்ட செல்கள். குறுகிய உட்கூடு (Lumen) நடுப்புறத்தில் உள்ளது. கால்வாய் போன்று கிளையுற்ற ஆழமான தெளிவான குழிகள் உள்ளன. மிகக் கடினமான செல்களால் ஆனதால் இவற்றிற்கு **கல் செல்கள்** (Stone Cells) என்றும் பெயர். பித், புறணி, இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம், கடினமான விதையுறை கனியுறைகளில் விரவிய வண்ணமாக உள்ளது. எ.கா. பேரிக்காய் (*Pyrus communis*), தேங்காய் ஓடு (*Cocos nucifera*) போன்றவை இச்செல்களால் ஆனது (படம்.3.6).

மாக்ரோஸ்கிளீரைடு (Macrosclereid) இவ்வகைச் செல்கள் :சிறு தூண் போன்ற அமைப்பு கொண்ட செல்கள். இவை இணையாக நெருக்கமான வரிசையில் விதையுறைகளில் அமைந்திருக்கும். இதனால் இதை விதையுறை ஸ்கிளீரெய்டு என்றும் கூறுவர். இதில் குறுகிய செல்உட்கூடுபகுதியும் எளிய வகைக் குழிகளும் காணப்படும். எ.கா. அவரை விதையுறை (படம்.3.7).

எலும்பு வடிவ அல்லது **ஆஸ்டியோ ஸ்கிளீரைடு** (Osteosclereids): இச்செல்களின் நடுப்புறம் குறுகலாகவும், இரு நுனிப்பகுதிகளும் புடைத்தும் (எலும்பு வடிவம்) காணப்படுகின்றன. ஆஸ்டியோஸ்கிளீரைடுகள், விதையுறைகளில் இரண்டாம் அடுக்காகக் காணப்படுவதால் "**விதையுறை ஸ்கிளீரைடு**" எனப்படும். எ.கா. அவரை விதையுறை (படம்.3.8).

இழை ஸ்கிளீரைடு (Filiform sclereids): இச்செல்கள் மிக மெல்லிய நீண்ட இழை அமைப்பு கொண்டவை. இவற்றின் முனைப் பகுதி

பெரும்பாலும் கிளைத்திருக்கும். இலையிடைத்திசுவில் வலைப்பின்னலாக காணப்படும். எ.கா. ஒலியா (Olea) - இலை, அலாஞ்சியம் (*Alangium*) இலை.

நட்சத்திர அல்லது ஆஸ்டிரோ ஸ்கிளீரைடு (Astrosclereid): இச் செல்கள் பிளவுற்ற அல்லது பிரிவுற்ற செல்களாக, எல்லாப்பக்கங்களிலும் ஆரங்களைப் பெற்று நட்சத்திர வடிவத்திலிருக்கும். நீர்வாழ் தாவரங்களில் வலிவூட்டும் செல்களாக உள்ளது. காற்று இடைவெளிகளின் வரம்புப் பகுதியில் அமைந்திருக்கும். எ.கா. அல்லி, தாமரை போன்ற நீர்வாழ் தாவர இலைக் காம்புகள், நீட்டம் இலை, மக்னோலியா இலை (படம்.3.5).

ட்ரைகோஸ்கிளீரைடு (Trichosclereid) இது மிக மெல்லிய தூவி போன்ற தடிப்புச் சுவர் கொண்ட செல்லாகும். பக்கவாட்டில் மூன்று நீட்சிகளைப் பெற்றிருக்கும். எ.கா. மான்ஸ்டிரா (Monstera) காற்று வெளிவேர், தேயிலை, நீட்டம் இலை (படம்.3.4).

நார் ஸ்கிளீரைடு (Fibriform sclereids) :இவை தடிப்புற்ற நீளம் குறைந்த நார் வடிவ செல்கள். கூர்முனைப் பகுதி பெரும்பாலும் கிளைத்திருக்கும். எ.கா. *ஹாக்கியா* (*Hakea*) இலை (படம். 3.10).

திரள் ஸ்கிளீரைடு (Agglomerate sclereids): இவை மிகச் சிறிய சமபக்க அளவுகொண்ட தடிப்புற்ற செல்கள் திரள்களாக இலை நரம்பின் நுனிப்பகுதிகளில் கொத்துக் கொத்தாகக் காணப்படும். எ.கா. *சால்வடோரா* (*Salvadora*) இலை. இவற்றிற்கு நுனி ஸ்க்ளிரைய்டு (Terminal Sclereids) என்றும் பெயர் (படம்.3.9).

செதில் இலை ஸ்கிளீரைடு (Scale Leaf sclereids) : இவை தட்டையான நீண்ட செல்கள், மழுங்கிய முனையுடன் குறுகிய செல் உட் கொண்டது. செதில் இலையின் புறத்தோல் இச்செல்களால் ஆனது. எ.கா. அல்லியம் (Allium) வெள்ளைப் பூண்டு) செதில் இலை.

செயல்திறன் : ஸ்கிளீரைடுகள் அமைப்பிற்கேற்றபடி தாவர அங்கங்களுக்கு வலிவையும், பாதுகாப்பையும் அளிக்கும். விதையுறை உறுதித் தன்மைக்கும், தண்டு முறிந்து சாய்ந்து விடாமல் உறுதியாக இருப்பதற்கும், மென்சுவர் செல்கள் சிதைந்து போகாமல் பாதுகாப்பதற்கும் ஸ்கிளீரெய்டுகள் பக்க பலமாக அமைந்துள்ளன.

நார் செல்கள் (Fibres)

தோற்றம் : தாவரங்களில் ஆதார ஆக்குத்திசு, புரோகேம்பிய ஆக்குத்திசு, வாஸ்குல கேம்பிய ஆக்குத்திசுவிலிருந்து நார்செல்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

அமைவிடம்: நார் செல்கள் புறணி, பெரிசைக்கிள், சைலம், ஃபுளோயம், பித் போன்ற பகுதிகளில் தொகுப்புக்களாகவோ அல்லது பரவலாகவோ அமைந்துள்ளன.

அமைப்பு: நார் செல்கள் மிக நீண்ட கூர்மையான முனை கொண்ட குறுகலான செல்கள். லிக்னின் என்ற கூட்டுப் பொருள் முதன்நிலை செல் சுவரின் மேல் உட்புறமாகப் படிவதால் இரண்டாம் நிலை செல்சுவர் தடித்துத் தோன்றும் (படம்.3.13). நுண்இழைகளின் (மைக்ரோஃபைப்ரில்களின் - Microfibrils) அமைவு செல்சுவரின் பகுதிகளில் வேறுபடுவதால் மூன்று அல்லது நான்கு அடுக்குகள் தெளிவாகப் புலப்படுகிறது. இவ்வடுக்குகளுக்கு S_1, S_2 & S_3 அடுக்குகள் என்றுபெயர் (படம்.1.15). செல்சுவரில் எளிய வகை குழிகள் அல்லது நுண்ணிய வரம்புஅமைந்த குழிகள் குறைந்த எண்ணிக்கையில், உள்வெட்டுப் போன்ற வடிவத்தில் அமைந்திருக்கும். செல்லின் உட்கூடு குறுகலாக அமைந்துள்ளது. செல்சுவர் நெகிழ்வு மற்றும் நீட்சியுறும் தன்மையற்றது. புரோட்டோபிளாசம் அற்ற இச்செல்கள் இறந்த செல்களாகக் கருதப்படும். எனினும் அரிதாக ஒரு சில நார் செல்கள் புரோட்டோபிளாசம், சேமிப்புப் பொருட்களோடு உள்ளதால் இவை "உயிருள்ள நார்செல்கள்" (Living fibers) எனப்படும்.

வகை பாடு : நார்செல்கள் அமைவிடத்தின் அடிப்படையில் இரண்டு பிரிவாக வகைபடுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒரு சில நார்செல்கள் சைலத்தோடு தொடர்புள்ளதாய் அமைந்து **"சைலம் சார்ந்த** நார்செல்" (Xylary fibres) என்றும், தாவரத்தின் மற்ற பாகங்களில் காணப்படும் ஏனைய நார்செல்கள் அனைத்தும் **"சைலம் சாரா நார்செல்"** (Extraxylary Fibres) எனவும் பாகுபாடு செய்யப்பட்டுள்ளது. ஃபுளோயம் தொடர்பு கொண்ட நார் செல்கள் பட்டை நார்செல்கள் (Bast Fibres) எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

சைலம் சார்ந்த நார்செல்கள் (Xylary Fibres) : இது பல வகைப்படும்.

1. லிப்ரி.'.பார்ம் நார்செல்கள் (Libriform Fibres): செகண்டரி சைலத்தில் உள்ள மிக நீண்ட நார்செல்கள்,. குறுகிய செல்உட்கூடு கொண்டு எளியவகை குழிகளைப் பெற்றிருக்கும். சைலத்திலுள்ள வெசல் அங்கங்கள், பாரென்கைமா போன்ற இதர செல்களோடு கலந்து அமைந்திருக்கும். மரத்திற்கு உறுதியையும், வலிவினையும் கொடுக்கும் மிக முக்கிய செல்கள் நார்செல்களே (படம்.3.13A&B).

பாகுஉறை / மியூஸிலேஜ் நார் செல்கள் ((அதாவது வெளிஅடுக்கு மட்டும் லிக்னின் கொண்டிருக்கும்) Gelatinous / Mucilage fibres): நார் செல்களின் செல் இரண்டாம் சுவரின் கடைசி உள் அடுக்கில் லிக்னின் என்ற பொருள் குறைந்து காணப்படும். இதனால் செல்சுவரின் வலிமை குறைவதோடு, இப்பகுதி ஜெலாடின் போன்ற நெகிழ்வுத்தன்மை பெறுகிறது. இதனால் இவ்வடுக்கு 'ஜெ-அடுக்கு' எனப்படும். பாகுஉறை நார்கள் நீரை ஈர்த்து விரிவடைந்தும் நீர் வற்றிக் குறையும் போது உள்நோக்கி சுருங்கியும் இருக்கும். தாவரங்களில் இழுப்புவிசைக் கட்டைகளில் (Tension Wood) பாகுஉறை நார்கள் மிகுந்து தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. எ.கா. பல லெகூம்கள் கட்டைகள், யூகலிப்டஸ் கட்டைகள்.

தடுப்புச்சுவர் கொண்ட நார்செல்கள் (Septate Fibre):லிப்ரி.'.பர்ம் நார் செல்கள் முதனிலை செல்சுவரால் பல பகுதிகளாகத் தடுக்கப்பட்டிருக்கும். தடுப்புச்சுவர் கொண்ட நார்களில் செல்சுவர் மெல்லியதாகவும் பல வகை எண்ணெய் பொருட்கள், பிசின், படிகங்கள் போன்ற பொருட்களும் காணப்படுவதால் சேமிக்கும் செல்களாகவும் கருதப்படுகின்றன. அமைப்பிலும், செயலிலும் தடுப்புச்சுவர் கொண்ட நார்கள், சைலம் பாரங்கைமாவிற்கு இணையாகக் கூறலாம் (படம்.3.13.E).

நார்-டிரக்கீடுகள் (Fibre-tracheids, படம். 3.13D) : இச்செலகள் நார்செல், டிரக்கீடு என்ற இரு வகை செல்களின் பண்பை ஒருங்கே பெற்றது, நார் செல்களைப் போன்ற தோற்றமைப்பு கொண்ட டிரக்கீடுகள் என்றும் கூறலாம். லிப்ரி.'.பார்ம் நார்செல்களைவிட குட்டையாகவும் டிரக்கீடுகளைவிட நீளமாகவும் இருக்கும். தெளிவான கரையமைந்த குழிகள் செல்களின் ஆரச் சுவர்களிலும், பரிதிக்கு இணையான சுவர்களிலும் சமஅளவு காணப்படும். எனினும், குழிகளின் செரிவு, டிரக்கீடுகளைக் காட்டிலும் குறைவாகவே இருக்கும்.

சைலம் சாரா நார்செல்கள் (Extra-xylary Fibre) இச்செல்கள் சைலம் தவிர்த்து ஏனைய இடங்களில் காணப்படும். இது கீழ்காணும் முறையில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

ஃபுளோயம் நார்செல்கள் (Bast Fibres) : சைலம் நார்செல்களைப் போன்ற மிக நீண்ட, குறுகிய கூர்முனை கொண்ட செல்கள் எளிய வகை குழிகள் உள்ளது. முதல்நிலை மற்றும் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தில் காணப்படும்.

கற்றை உறைநார் செல்கள் (Bundle Sheath Fibres, படம். 3.17) - இவ்வகை நார்செல்கள் வாஸ்குலக் கற்றைகளைச் சூழ்ந்த வண்ணமாகவோ அல்லது கற்றைகளுக்கு மேலும் கீழும் தொப்பி அமைப்பிலோ உள்ளது. புல்லினத்தாவர இலைகளிலும், தண்டுகளிலும் வாஸ்குலக் கற்றைகளைச் சுற்றி அமைந்துள்ளன.

சைலம், புளோயம் ஆகிய திசுக்களோடு தொடர்பில்லாத நார் செல்கள், அவை அமைந்துள்ள இடங்களைப் பொறுத்து பல வகைப்படும். வாஸ்குல திசுக்களுக்கு வெளியே, புறணிப் பகுதியில் அமைந்திருக்கும் நார்செல்கள் "புறணி நார்செல்கள்" (Cortical Fibres. படம். 3.15) எனப்படும். புறணியின் இறுதி செல்லடுக்கிற்கு உட்பகுதியிலும், வாஸ்குலார் செல்லடுக்கிற்கு வெளியேயும் அமைந்த இடைப்பகுதியிலுள்ள நார்செல்கள் "வாஸ்குல சூழ்" (பெரிவேஸ்குலார், படம்.13,14,16) நார்செல்களாகும். ஃபுளோயம் பகுதிக்கு வெளியே பெரிசைக்கிள் என்ற செல் அடுக்கிலிருந்து நார்செல்கள் உருவாகுமானால் அவற்றை 'பெரிசைக்கிள்' (Pericyclic) நார்செல்கள் என்பர். ஈசா செய்த பல ஆய்வுகள் பல தாவரங்களின் பெரிசைக்கிள் நார்கள் உண்மையிலேயே ஃபுளோயம் நார்கள் என்று நிரூபித்துள்ளன. பித்பகுதியில் தனித்தோ, தொகுப்புக்களாகவோ காணப்படும் நார்செல்கள் பித் நார்கள் (Medullary Fibres) எனப்படும்.

நார்செல்களின் வளர்ச்சி:

நார்செல்கள் இரு வகைகளில் வளர்ந்து முதிர்ச்சி அடையும். அவை ஒத்த (அ) ஒருங்கிணைந்த வளர்ச்சி (Symplastic Growth), மற்றும் ஊடுருவும் அல்லது நழுவு வளர்ச்சி (Intrusive or Gliding / Sliding Growth) எனப்படும். ஒருங்கிணைந்த வளர்ச்சியில் நார் செல்கள்

எல்லா பக்கங்களிலும் ஒரே சீராகவும், சூழ்ந்துள்ள செல்களை பாதிக்காதவாறு அவற்றோடு ஒட்டி வளர்தலாகும். ஊடுறுவும் வளர்ச்சியாவது நார் செல்களின் கூர்முனைப் பகுதிகள் மட்டும் சுற்றியுள்ள இதர செல்இடைப்பொருளை (மிடில்லாமெல்லா) கரைத்து கொண்டு ஊடுறுவி வளர்தலாகும். தாவரங்களில் பிரைமரி திசுக்களிடையே உள்ள நார்செல்கள் மேற்கூறிய இரு முறைகளிலேயும் வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைகின்றன. இரண்டாம் திசுக்களில் காணப்படும் நார் செல்கள் பெரும்பாலும் ஊடுறுவும் வளர்ச்சியையே அடைகிறது. எனவே பிரைமரி திசுக்களில் உள்ள நார்செல்களின் நீளத்தைவிட இரண்டாம் திசுக்களில் உள்ள நார் செல்கள் நீளம் குறைவாயுள்ளது.

செயல்திறன் :ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்கள் லிக்னின் படிந்த இரண்டாம் நிலை செல்சுவரைப் பெற்றிருப்பதால் வலிவான செல்களாகும். தாவரங்களில் ஏற்படும் அழுத்தம், இறுக்கம், இழுவிசை, வளைவுவிசை ஆகியவற்றால் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளை தாங்கக் கூடிய வலிவூட்டும் திசுவாகச் செயல்படும். பாதுகாப்பிற்காக, கடினமான கனியுறை (Pericarp), விதையுறை (Seed coat) களைத் தோற்றுவிக்கும். அரிதாக சேமிக்கும் வேலையையும் செய்கிறது.

பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நார்கள்: பொருளாதாரத்தின் அடிப்படையில் இரண்டு வகை நார்களைக் கண்டறிந்துள்ளனர். அது கடின நார்கள், மென் நார்கள் ஆகும். ஒருவித்திலைத் தாவர இலைகளில் இருந்து பெறப்படும் நார்களில் லிக்னின் அளவு அதிகமாய் உள்ளதால் இது கடின நார்கள் எனப்படும். ஏனைய தாவரத்திலிருந்து பெறப்படும் நார்களில் லிக்னின் அளவு குறைவாய் இருப்பதால் மென்நார்கள் எனப்படும்.

கற்றைஉறை நார்கள்

1. *அகேவ் அமெரிக்கானா* (*Agave americana* / Sisal) நார்கள்,
2. *ம்யூசா டெக்ஸ்டைலிஸ்* (*Musa textiles* / Manila hemp),
3. *கலாமஸ் ரோடாங்* (Calamus rotang / Perambu),
4. *கோகாஸ் நூஸி:பெறா* (*Cocos nucifera* / Coconut),

புளோயம் நார்கள்

5. *லைனம் யுஸிடாடிஸ்ஸிமம்* (*Linum usitatissimum* / Flax),
6. *கன்னாபிஸ் சடைவா* (*Cannabis sativa* /hemp),
7. *கோர்கோரஸ் கேப்ஸூலாரிஸ்* (*Corchorus capsularis* / Jute),
8. *போமீரியா நிவியா* (*Boehmeria nivea* / ramie),
9. *ஹிப்பிஸ்கஸ் கன்னாபினஸ்* (*Hibiscus cannabinus* / kenaf),

கனி, விதையுறை நார்கள்

10. *கோகாஸ் நூசி:ஃபெரா*
11. *காசிபியம் ஹிர்சூட்டம்.*

நார்கள் வர்த்தகத் துறையில் முக்கியமான பங்கு வகிக்கிறது. நூல் தயாரிப்பிலும் துணிகள் உற்பத்தியிலும் நெசவுத் தொழிலிலும் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. மேலும், கயிறுகள், தூரிகைகள், பெருக்கும் தூவிகள், அடைப்பு நார்கள், சணல் போன்ற தயாரிப்புகளில் நார்கள் இன்றியமையாததாக விளங்குகிறது.

4. கடத்திச் செல்கள் (TRANSFER CELLS)

தாவரங்களில் உணவுப் பொருட்கள் ஃபுளோயம் திசுக்கள் மூலம் பல்வேறு பாகங்களுக்குக் கடத்தப்படுகிறது. ஆனால் ஒரு சில குறிப்பிட்ட இடங்களில் ஒரு செல்லில் இருந்து அடுத்த செல்லுக்கு சிறப்புத் தன்மை கொண்ட செல்கள் மூலம் குறைந்த தூரத்திற்கு உணவுப் பொருடகள் செவ்வனே கடத்தப்படுகின்றன. ஃபுளோயத்தில் இருந்து மாறுபட்ட அமைப்புடைய இச்செல்கள் குறைந்த தூர இடைவெளியில் உள்ள செல்களுக்கு உணவு கடத்துவதால், **கடத்திச் செல்கள்** (Transfer cells) எனப்படும். கடத்திச் செல்கள் மூலம் ஒரு பகுதியில் இருந்து அண்மையிலுள்ள மற்றொரு செல்லுக்கு உணவு கடத்தும் செயல் **அண்மை வழிக் கடத்தல்** (Short distance translocation) என்று குறிப்பிடப்படும். இத்தகைய செயல் திறன் கொண்ட இச்செல்கள் தாவர பாகங்களில் குறிப்பிட்ட சில இடங்களில் உள்ளதை கண்டறிந்து வெளியிட்டவர்கள் **குவன்னிங், பேட்** (Gunning and Pate, 1969) என்ற தாவரவியல் வல்லுனர்கள் ஆவர்.

கடத்திச் செல்களின் அமைப்பும் செயல் திறனும்: - **கடத்திச் செல்கள்** பாரங்கைமா செல்களை ஒத்திருக்கின்றன. எனினும் **இச்செல்களின்** உட்புறச் சுவரும், அதனை ஒட்டியுள்ள பிளாஸ்மாபடலமும் **கோள** அமைப்புகள், ஒழுங்கற்ற **கிளைத்த** இழை வடிவ அமைப்புகளுடன் காணப்படுகின்றது (படம்.3.18A,B). சிறப்புத் தன்மை கொண்ட இப்பிளாஸ்மாபடலத்தின் மூலம் உணவுப் பொருட்கள் ஊடுருவிச் செல்லும் முறையில் உள்வாங்கப்பட்டு அடுத்த செல்லுக்கு கடத்தப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புகள் உள்வளரிகள் (Wall labyrinths) எனப்படும். இவ்வுள்வளரிகள் பிளாஸ்மாபடலத்தின் பரப்பளவினை அதிகரிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் ஊடுருவிக் கடத்தும் திறனையும் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. செல் அங்கங்களான பசுங்கணிகம் இவ்வுட்புற வளரிகளைச் சூழ்ந்த வண்ணமும், மைட்டோகாண்டிரியங்கள் இவ்வளரிகளை ஒட்டியும் காணப்படுகின்றன. மைக்ரோநுண்இழைகள் இவ்வளரிகளில் நெகிழ்வான முறையில் அமைந்துள்ளன. இச்செல்களில் உட்கரு பெரியதாக நடுப்புறத்தில் அமைந்துள்ளது. மேலும் இச்செல்களில் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தில் நுண்குமிழ் பைகள், டிக்டியோசோம்கள், சுரசுரப்பான எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல்,

பாலிரிபோசோம்கள் ஆகியவையும் காணப்படுகின்றன. பிளாஸ்மாபடலத்தில் காணப்படும் உள்வளரிகள் மாறுபட்ட வண்ணம் ஏற்கும் திறன் கொண்டது. இவ்வுள்வளரிகள் பிளாஸ்மாபடலத்தின் பரப்பினை பத்து மடங்கு அதிகரிக்கச் செய்கிறது என அறிவியலாளர்கள் கருத்து தெரிவித்துள்ளனர். இக்கடத்திச் செல்கள் தனித்து இயங்கி உணவுப் பொருட்களை ஃபுளோயத்தில் இருந்து எடுத்து, அருகாமையில் சூழ்ந்து இருக்கும் செல்களுக்கு துரிதமாகக் கடத்தும் திறன் கொண்டவை.

இக்கடத்திச் செல்கள் தாவரங்களில் அமைந்துள்ள இடத்தைப் பொருத்து ஐந்து பிரிவாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை:

1. ஈர்ப்புக்கடத்திச் செல்கள்
2. சுரக்கும் கடத்திச் செல்கள்
3. உறுஞ்சும் கடத்திச் செல்கள்
4. இனப்பெருக்கக்கடத்திச் செல்கள்
5. வாஸ்குலார் கடத்திச் செல்கள்

1. நீர்வாழ் தாவரங்களாகிய *ஹைட்ரில்லா* (***Hydrilla***), *வாலிஸ்னேரியா* (***Vallisneria***), *எலோடியா* (***Elodea***), ஆகிய தாவர இலைகளின் அடிப்புறத்தோல் செல்கள் நீரில் கரைந்துள்ள கனிமங்களை நேரடியாக உறிஞ்சிக் கடத்தும் தன்மையுடையவை. இவை **ஈர்ப்புக்கடத்திச்** செல்களாகும்.

2. *ட்ராசோஃபில்லம்* (***Drosophyllum***), *ட்ராசீரா* (***Drosera***), *டையோனியா* (Dionaea) போன்ற பூச்சியுண்ணும் தாவரங்களிலுள்ள சுரப்பி உறுப்புகளிலும் தேன்சுரப்பிச் செல்களிலும், உப்பு சுரப்பிச் செல்களிலும் பிளாஸ்மா படலம் உள்வளரிகளைத் தோற்றுவித்து அதன் மூலம் சுரக்கும் வேலையையும், கடத்தும் வேலையையும் செய்கிறது. இச்செல்கள் சுரக்கும் கடத்திச் செல்களாகும்.

3. *கஸ்குட்டா* (*Cuscuta*) போன்ற ஒட்டுண்ணித் தாவரங்களின் உறுஞ்சு உறுப்புச் (Haustoria) செல்களில் சிறப்புத் தன்மை கொண்ட பிளாஸ்மாபடல உள்வளரிகள் காணப்படும். இச்செல்கள் பற்றுத்தாவரத்தின் புளோயத்தோடு தொடர்பு கொண்டு நேரடியாக உணவுப் பொருட்களை உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. இத்தகைய செல்கள் உறுஞ்சும் கடத்திச் செல்கள் என்றழைக்கப்படுகின்றன.

4. மேல்நிலைத் தாவரங்களில் நுண்வித்து (மைக்ரோஸ்போர்), பெருவித்து (மெகாஸ்போர்) தோற்றுவிக்கப்படும் செல்களிலும், கேமீட்டகத் தாவரத்தின் இனப்பெருக்க அமைப்புகளிலும் உணவுப் பொருட்கள் கடத்தும் பொருட்டு ஆங்காங்கே கடத்திச் செல்கள் காணப்படும். இவை இனப்பெருக்கக் கடத்திச் செல்களாகும்.

5. நீரினையும், உணவினையும் கடத்தும் சைலம், ஃபுளோயம் ஆகிய வாஸ்குல திசுக்களிடையேயும், கற்றையுறை, இலை நரம்புகளின் நுனிப்புறங்களிலேயும் சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த செல்கள் உணவினைக் கடத்தும் பொருட்டு ஆங்காங்கே காணப்படுகின்றன. இவை வாஸ்குலக் கடத்திச் செல்களாகும்.

லெகூமினோசே தாவர வேர்முண்டுகளிலும், *விசியோ ஃபேபா* (***Vicia faba***), *பைசம் அர்வென்ஸ்* (***Pisum arvense***), *லூபினஸ்* (***Lupinus***), *லோனிசிரா*, (படம். 3.18A, செராட்டியா, படம்.3.18B) ஆகிய தாவரங்களின் இலை நரம்பு நுனியில் இத்தகைய கடத்திச் செல்கள் அமைந்திருப்பதையும், இச்செல்களின் எலக்ரான் நுண்நோக்கி ஆய்வுப் படங்களையும் அறிவியலார்கள் வெளியிட்டுள்ளனர் (ஈசா, ஃபான் 1977).. மேலும் இத்தகைய கடத்திச் செல்களினைப் பற்றிய ஆய்வினை இன்றும் பல அறிவியளார்கள் மேற்கொண்டுள்ளனர்.

ஆ. கூட்டுத் திசுக்கள் (Complex Tissues)

பலதரப்பட்ட செல்கள் ஒருங்கே அமைந்து அவை குறிப்பிட்ட செயலை மேற்கொள்ளுமாயின் அவை, **கூட்டுத் திசுக்கள்** எனப்படும். இச்செல்கள் செயல்திறனுக்கேற்ற வகையில் முதிர்ச்சியடைந்த, வேறுபாடுற்ற செல்களாகும். தேவைப்படும் சமயத்திலோ, தூண்டுவிக்கப்படும் போதோ சில முதிர்வடைந்த திசுக்கள் ஆக்குத் திசுக்களாக மாறும் தன்மை கொண்டவை (எ.கா. பித், புறணி

பாரன்கைமா செல்கள்). ஆனால் வாஸ்குல திசுக்களாகிய சைலம், புளோயம் போன்ற திசுக்களிலுள்ள வெசல்கள், டிரக்கீடுகள், நார்செல்கள், சல்லடைக் குழாய்கள் வேறுபாடுற்று முதிர்வடையும் போது உயிர் பண்புகளை இழந்து விடுகின்றன. இந்நிலையில் உள்ள இச்செல்கள் மீண்டும் ஆக்குத் திசுக்களாக மாற இயலாது.

1. சைலம் (Xylem)

சைலம் ஒரு முதிர்வடைந்த கூட்டுத்திசுவாகும். இது டிரக்கியரி அங்கங்கள் (டிரக்கீடுகளும் வெசல் அங்கங்களும்), நார் செல்கள், பாரெங்கைமா போன்ற பலதரப்பட்ட செல்களால் ஆனது. இச்செல்கள் அனைத்தும் ஒருங்கே அமைந்து கனிமங்களையும், தண்ணீரையும் வேர்களிலிருந்து தாவரங்களின் இதர பகுதிகளுக்குக் கடத்துகின்றன. மேலும் சேமித்தல், சுரத்தல், வலிவூட்டுதல் போன்ற இதர செயல்களையும் சைலம் செல்கள் செய்கின்றன.

தோற்றத்தின் அடிப்படையில் சைலம் இரண்டாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. 1. முதன்நிலை சைலம் (Primary xylem): இளம் தாவர உறுப்புக்களில் புரோகேம்பிய தோற்றுவிகளிலிருந்து முதன்நிலை சைலம் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றது. 2. இரண்டாம்நிலை சைலம் (Secondary Xylem): இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது வாஸ்குலக் கேம்பியத் தோற்றுவிகளில் இருந்து இரண்டாம்நிலை சைலம் உருவாகிறது. முதனிலை சைலம் தாவரங்களிலுள்ள முதனிலை வாஸ்குலக் கற்றைகளிலும், இரண்டாம்நிலை சைலம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெற்றுள்ள தண்டுகளிலும் வேர்களில் காணப்படுகின்றன.

அமைப்பு :சைலத்தில் டிரக்கீடுகள், வெசல்கள், நார் செல்கள், நார்-டிரக்கீடுகள், நெடுக்கு பாரங்கைமா, கதிர் பாரங்கைமா ஆகிய செல்வகைகள் உள்ளன. இவற்றில் (அச்சு பாரங்கைமா) டிரக்கீடுகள், நார்-டிரக்கீடுகள் திறவுகளற்ற டிரக்கிய அங்கங்கள் (Imperforate Tracheary elements) என்றும், வெசல்கள் திறவுகளுள்ள டிரக்கீய அங்கங்கள் (Perforate Tracheary elements) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

டிரக்கீடுகள் (Tracheids. படம். 3.19,20) : டிரக்கீடுகள் மூன்றாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை 1. **மரபுடிரக்கீடுகள் (True Tracheids)** இவை டெரிடோ.'.பைட், ஜிம்னோஸ்பெர்ம் வகுப்பைச் சார்ந்த ஊசியிலைத் தாவர மரங்கள் போன்றவற்றில் காணப்படுகின்றன. இம்மரங்களில் நீரைக் கடத்தும் முக்கிய செல்கள் இவ்வகை டிரக்கீடுகளாகும். 2. **வெசல்-சூழ் டிரக்கீடுகள்** (Vasicentric-tracheids): இரண்டாம்நிலை சைலத்தில் வெசல் சூழ்ந்து காணப்படும் டிரக்கீடுகள் வெசல் சூழ் டிரக்கீடுகளாகும். 3. **வாஸ்குலார் டிரக்கீடுகள்** (Vascular tracheids) : இரண்டாம் சைலத்தில் வெசல் அங்கங்களோடு தொடர்பற்ற நிலையில், குறிப்பாக வளர்ச்சி வட்டத்தின் இறுதிப்பகுதியில் காணப்படுபவைகளே வாஸ்குல டிரக்கீடுகளாகும்.

டிரக்கீடுகள் நீண்ட கூர்முனை கொண்டும், வெசல் அங்கங்களை காட்டிலும் அகலம் குறைந்தும், தடித்த செல்சுவரோடும் காணப்படுகின்றன. குறுக்குச் சுவரில் திறவுகள் அல்லது துளைகள் காணப்படாது (படம்.3.19). முதனிலை செல்சுவர் மேல் லிக்னின் என்ற செல்சுவர்ப் பொருள் படிவதால் இரண்டாம் செல்சுவருடன் திண்மையுற்று காணப்படும். பக்கச் சுவர்களில் லிக்னின் படியும் போது பல்வேறு வடிவம், அமைப்புகளில் படிகின்றது (படம்.1.12). தனித்தனி வளையங்களாக வட்டவடிவில் படிந்தால் அது **வளையத்தடிப்பு** (annular thickenings) என்றும், தொடர்ச்சியான ஒரு சுருள் போன்று படிந்தால் அது **சுருள் தடிப்பு** (Spiral) என்றும், சுருள் தடிப்புகள் இணைப்புற்று ஏணிப் படிகள் போல் படிந்திருந்தால் **ஏணித் தடிப்பு** (Scalariform) என்றும் (படம்.3.20C,D), வலையைப் போல் பின்னிப் பிணைந்து படிந்தால் அது **பின்னல் தடிப்பு** (Reticulate) என்றும், பக்கச்சுவரில் சிறு சிறு வட்டவடிவமான பள்ளங்களை விடுத்து ஏனைய பகுதிகளில் ஒரே சீராக படிந்திருந்தால் அது குழித் தடிப்பு (Pitted thickening) என்றும் அழைக்கப்படும். குழித் தடிப்புகள் வரையுடன் காணப்பட்டால் அவை **வரையுற்ற குழிகள்** (படம்.3.19, 3.20A&E) எனப்படும். முதனிலை சைலத்தில் புரோட்டோசைலங்களில் வளைய, சுருள் தடிப்புக்களும், மெட்டாசைலத்தில் ஏணி, பின்னல் தடிப்புகளும் உள்ளன. ஒரு சில டிரக்கீடுகளில் வரையுற்ற குழிகளின் வரம்புப் பகுதியில் பிறை வடிவில் தடிப்புகள் காணப்படும். இவை கிராசுலே (படம்.3.20) எனப்படும். இது **சேனியோ** என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் இது **சேனியோ தடிப்பு** (Bars of Sanio) என்றும் அழைக்கப்படும். குழித்தடிப்புகள் மெட்டா சைலத்திலும், இரண்டாம்நிலை சைலத்திலும் காணப்படும். வளைய,

சுருள் தடிப்புகள் புரோட்டோ சைலத்தில் காணப்படுவதால் இளம் நிலையில் தண்டு நீள்வளர்ச்சியடைய ஏதுவாக உள்ளது. மேலும், தண்டு நீண்டு வளரும்போது புரோட்டோ சைல செல்கள் நீட்சியுறும் தன்மையிழந்து சிதைந்துவிடும். இவ்வாறு சிதைந்த சைலம் செல்கள் உள்ள பகுதி புரோட்டோசைல குழிவெளி (Protoxylem lacuna) எனப்படும். டிரக்கீடுகளின் செல் சுவரில் தடிப்புற்ற இடங்களில் உள்ள முதனிலை குழிப் பரப்பினுடேயும், குழிகளில் உள்ள குழி மென்படலத்தினுடேயும் பரவுதல் (Diffusion) முறையில் தண்ணீர் ஒரு செல்லில் இருந்து அடுத்த செல்லுக்கு கடத்தப்படுகின்றது. டிரக்கீடுகள், டெரிடோ·'·பைட், ஜிம்னோஸ்பெர்ம், மற்றும் பரிணாமத்தில் பின்தங்கிய நிலையில் உள்ள ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் காணப்படுகிறது.

வெசல்கள்: வெசல்கள் உள்ளீடற்ற உருளைவடிவ செல்கள். குறுக்குச் சுவர்களில் நுண்துளைகள் கொண்டவை. வெசலின் தனித்த ஒரு சிறு குழாய் போன்ற அமைப்பு கொண்ட செல் வெசல் அங்கம் (Vessel element) எனப்படும். இத்தகைய பல வெசல் அங்கங்கள் உயரப்போக்கில், ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டு நீண்ட குழலாக உள்ளபோது வெசல் எனப்படும். குறுக்குச்சுவரில் துளைகள் இருப்பதால் வெசல் அங்கங்கள் திறவுகளுள்ள டிரக்கிய அங்கங்கள் எனப்படுகின்றன. வெசல்களில் வரையுற்ற குழிகள் ஏணி அமைப்பிலோ, எதிர் எதிராகவோ, மாறிமாறி அமைந்தோ காணப்படலாம் (படம்.3.25. A-D).

திறவுத்தட்டு வகைகளும் அவை தோன்றும் முறையும் : வெசல் அங்கங்களில் துளைகளோடு உள்ள குறுக்குச் சுவர், திறவுத் தட்டு (Perforation Plate) எனப்படும். இத்திறவுத் தட்டுக்கள் சாய்வாகவோ (படம்.3.20, F. G), கிடைமட்டமாகவோ காணப்படும். திறவுத் தட்டுக்களில் அமைந்துள்ள நுண் துளைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்து இது இருபிரிவாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. குறுக்குச் சுவரில் ஒரு துளை மட்டும் இருப்பின் அது தனி திறவுத் தட்டு (எ.கா. *குர்கஸ்*, படம்.3.24, B,C,D) (Simple perforation plate) என்றும், ஒன்றிற்கும் மேற்பட்டத் துளைகள் இருப்பின் அது பலதிறவுத் தட்டு (Multiple perforation plate) என்றும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. மேலும் பலதிறவுத் தட்டின் துளைகள், கிடைமட்டமாக நீண்டு ஒன்றன் கீழ்

ஒன்றாக ஏணிப்படிகள் போலிருந்தால் **அது** ஏணித் திறவு (Scalariform perforation) – (எ.கா. *லிரியோடென்டிரான், ரோபினா, மக்னோலியா,* படம். 3.20,F,G, 3.24A,E) என்றும், துளைகள் வலைப்பின்னல் அமைப்பில் விரவிக் காணப்பட்டால் அது வலைப்பின்னல் திறவு (Reticulate perforation) – (எ.கா. *ரியோர்*) என்றும் (படம்.3.24G), வட்டவடிவமான துளைகள் பரவலாக காணப்பட்டால் அது வட்டதுளைத்தட்டு (படம்.3.24F) அல்லது எ∴பிட்ராய்டு திறவு (எ.கா. *எ∴பிட்ரா*) (Foraminate / Ephedroid perforation) என்றும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

திறவுகள் தோன்றும் விதம் : **ஈசா, ஹிவிட்** (Esau & Hewitt, 1940) இவர்களின் கருத்துப்படி வெசல் அங்கங்களின் குறுக்குச் சுவரில் இரண்டாம் செல்சுவர் படியும் போது துளைகள் தோன்றக் கூடிய இடங்களில் சுவர்ப்பொருள் படியாமல் மற்ற இடங்களில் படிகிறது என்றும், எனவே துளை தோன்றும் இடங்களிலுள்ள முதனிலை செல்சுவரும், செல்லிடைப்பொருளாகிய நடுஅடுக்கும் குறுக்குப் போக்கில் விரிவடையும் போது அவ்விடங்கள் சிதைந்து துளைகள் தோன்றுகின்றன என்றும் விளக்கியுள்ளனர் (படம்.3.22). **மேய்லான், பட்டர்∴பீல்டு** (Meylon & Butterfield) இவர்களின் கருத்துப்படி விரிவடையும் சுவர்பரப்பில் நொதிகளின் வினையால் செல்சுவர் படிந்த சிறு சிறு சுவர்ப் பகுதிகள் ஆங்காங்கே சிதைக்கப்பட்டு துளைகள் தோன்றுகின்றன என்பதாகும். மேலும் இதை எலக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி மூலம் இவ்வாராய்ச்சியாளர்கள் உறுதிப்படுத்தியுள்ளனர். **பீரீஸ்ட்லி** (Pristely, 1935) எனும் அறிவியலார், குறுக்குச் சுவர் திடீரென்று ஆங்காங்கே சுருங்குவதால் துளைகள் தோன்றுகின்றன என அறிவித்துள்ளார்.

டிரக்கீய அங்கங்கள் தோன்றும் போது முதலில் செல்கள் பக்கவாட்டில் விரிவடைகின்றன. நுண்குமிழ் பைகளின் வெளிப்புற படலமாகிய டோனோப்ளாஸ்ட் சிதைவடைகிறது. உட்கருவும், சைட்டோபிளாசமும் மெதுவே மறைந்துவிடும். இம்மாற்றங்கள் நிகழும்போது, இரண்டாம் செல்சுவர்ப் பொருட்கள் பக்கச் சுவர்களில் பல்வேறு அமைப்பு, வடிவங்களில் படிகின்றன. டிரக்கீடுகளின் பக்கச்சுவரில் காணப்படும் தடிப்புக்கள் போன்றே வெசல் அங்கங்களின் பக்கச் சுவர்களிலும் இரண்டாம் செல்சுவர் வளையம், சுருள், ஏணி, பின்னல், குழித்தடிப்புகளாக (படம்.1.12) படிந்து காணப்படுகின்றன. இச்செல்களின் நடுவில் சைட்டோபிளாசம் இல்லாமல் வெறும், வெற்று உட்கூடு மட்டும் காணப்படும்.

வேர்களால் உறுஞ்சப்படும் நீரும், கனிமங்களும் வெசல்களின் திறவுத் தட்டுகளில் உள்ள துளைகள் வழியாக மேல் நோக்கி தாவரங்களின் எல்லா பாகங்களுக்கும் கடத்தப்படுகின்றன.

டிரக்கிய அங்கங்களின் பரிணாம வளர்ச்சி
(Evolution of Trachaery Elements, படம். 3.23, A-F)

தாவரங்களின் பரிணாம வளர்ச்சியில் நீர்த் தாவரங்களிலிருந்து நிலத்தாவரங்கள் தோன்றியாதாகக் கருதப்படுகிறது. நிலச்சூழலுக்கு ஏற்ப நிலத்தாவரங்களில் டிரக்கிய அங்கங்கள் பரிணமித்தன. பூவாத்தாவரங்களாகிய ஒரு சில டெரிடோஃபைட்டுகளில் முதன்முதலில் நீரினைக் கடத்தவும், வலிவூட்டுதலுக்கும் டிரக்கீடுகள் தோன்றின. பரிணாமத்தில் பின்தங்கிய நிலையிலுள்ள தாவரங்களில் நீர் கடத்துதலுக்கும், வலிவூட்டவும் டிரக்கீடுகள் காணப்பட்டாலும், மேல்நிலைத் தாவரங்களில் செம்மையான நீர் கடத்தும் திறனுக்காக வெசல்கள் தோன்றின. இந்நிலையில் வலிவூட்டும் பணிக்காக நார் செல்கள் பரிணமித்தன.

டெரிடோஃபைட், போன்ற கடைநிலைத் தாவரங்களில் டிரக்கீடுகள் காணப்படுவதால், டிரக்கீடுகளே முன் தோன்றியவையாகவும், பரிணாமத்தில் கீழ் நிலையிலுள்ளதாகவும் கருப்படுகின்றன. டிரக்கீடுகளிலிருந்து வெசல்களும், நார்செல்களும் தோன்றியதாகக் கருதப்படுகிறது. டிரக்கீடுகள், நீளத்தில் அதிகரித்தும், தடித்த இரண்டாம் செல்சுவர் பெற்றும், வரையுற்ற குழிகள் எளிய குழிகளாக மாறியும் நார் செல்கள் தோன்றியுள்ளன. ஏணிக் குழித்தடிப்பு கொண்ட டிரக்கீடுகளில் இருந்து ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் வெசல்அங்கங்கள் பரிணமித்துள்ளன. டிரக்கீடுகளின் நீளம் சிறிது சிறிதாகக் குறைந்தும், அகலம் அதிகரித்தும், கூர்முனைகள் குறுக்குச் சுவரான திறவுத் தட்டுக்களாக மாற்றப்பட்டு வெசல்கள் தோன்றின. நீண்ட வெசல் அங்கங்கள், சாய்வான திறவுத் தட்டு, ஏணித்துளை திறவுத் தட்டு ஆகிய பண்புகளோடு வெசல் அங்கம் இருந்தால் அது பரிணாமத்தில் பின்னிலையில் உள்ளது என்றும், குட்டையான அகலமான வெசல்கள், கிடைமட்ட ஒற்றைத் துளைத் தட்டோடு காணப்பட்டால் அது பரிணாமத்தில் மேல்நிலையிலுள்ளது என்றும் கருதப்படுகிறது. பக்கச் சுவர்கள் வளைய, சுருள் தடிப்புடன் இருப்பின் அது பரிணாமத்தில் கிழ் நிலைப் பண்புகளாகவும், ஏணி பின்னல் தடிப்புகள் நடுத்தரப்

பண்புகளாகவும் குழித்தடிப்பு பரிணாமத்தில் மேல் நிலைப் பண்பாகவும் கருதப்படுகிறது. மேற்கூறிய உயர் நிலைப் பண்பு கொண்ட வெசல் அங்கங்கள் பூக்கும் தாவரங்களின் வேர்களில் காணப்படுகின்றன.

சைலம் பாரங்கைமா (Xylem Parenchyma)

சைலத்தில் காணப்படும் பாரங்கைமா செல்கள் உயிர்ப்புள்ள செல்களாகும். இச்செல்களில் உட்கரு, சைட்டோபிளாசம், சேமிப்புப் பொருட்கள், ஆகியவை உள்ளன. சைலம் பாரங்கைமா இரண்டு வகைப்படும். அவை முறையே, 1. அச்சுப் பாரங்கைமா (Axial parenchyma), 2. ஊடுகதிர் பாரங்கைமா (Ray parenchyma) ஆகும்.

1. அச்சுப் பாரங்கைமா : இச்செல்கள் சைலத்தில் டிரக்கீடுகள், நார் செல்கள், வெசல்கள் நெடுக்காக அல்லது நேர்குத்தாக அமைந்திருப்பது போல் அதனூடே அச்சுக்கு இணையாக செங்குத்துப் போக்கில் அமைந்திருக்கும்.

தோற்றம் : அச்சுப் பாரங்கைமா வாஸ்குல கேம்பியத்திலுள்ள கூம்புமுனைத் (fusiform) தோற்றுவிகளிலிருந்து தோன்றுகிறது.

அமைவிடம் : இரண்டாம் சைலத்தில் செங்குத்துப் போக்கில் அச்சுக்கு இணையாக அமைந்துள்ளது. இதர சைலம் செல்களோடு பல வகைகளில் கூட்டாக அமைந்துள்ளது.

அமைப்பு : செல்கள் கூம்புமுனைத் தோற்றுவிகளில் இருந்து உண்டாவதால் அதே அளவு அல்லது அதைவிட சற்று நீளமாக உள்ளன. சைலம் பாரங்கைமா செல்கள் மென்மையான சுவர் கொண்ட செல்கள், செல்சுவர் செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் ஆகியவற்றால் ஆனது. சிலசமயம் இப்பாரங்கைமா செல்கள் வேறுபாடுறுதலுக்கு முன் பல முறை குறுக்காகப் பகுப்படைந்து பாரங்கைமா இழை வரிசைகளாக (Parenchyma strands) வேறுபாடடையும். இவற்றின் செல்சுவர்கள் மென்மையாகவோ தடிப்புற்றோ காணப்படும். அச்சுப் பாரங்கைமா செல்கள் தடித்த, லிக்னின் படிந்த செல்சுவர்களையும் பெற்றிருக்கக்கூடும்.

அச்சுப் பாரங்கைமா வகைகள் :இரண்டாம் சைலத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில், குறிப்பாக இப்பாரங்கைமா செல்கள் வெசல்களோடு கொண்டுள்ள தொடர்பினை வைத்து இரு பிரிவுகளாக வகுக்கப்பட்டுள்ளது.

வெசல் தொடர்புள்ள பாரங்கைமா (Paratracheal Parenchyma): இவ்வகையில் அச்சுப் பாரெங்கைமா செல்கள் வெசல்களின் பக்கச் சுவர்களோடு ஒட்டிய வண்ணம் தொடர்பு கொண்டவைகளாக காணப்படும். இவ்வகையில் கீழ்க்கணும் பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன.

குறைந்த பாரங்கைமா (Scanty parenchyma, படம். 3.26.E) :இரண்டாம் சைலத்தை குறுக்கு வெட்டில் காணும் போது குறைந்த அளவில் வெசல்களைச் சுற்றி அங்கொன்றும், இங்கொன்றுமாக அமைந்திருக்கும் (எ.கா. *ஏசர் - Acer*).

வெசல்சூழ் பாரங்கைமா (Vasicentric parenchyma, படம்.3.26F) : இப்பாரெங்கைமா செல்கள் வெசல்களைச் சூழ்ந்த வண்ணம் அமைந்து அதே சமயத்தில் வெசல்களின் பக்கச் சுவர்களுடன் ஒட்டியமைந்து காணப்படும் (எ.கா. *டாமரிக்ஸ் - Tamarix*).

பட்டை பாரங்கைமா (Banded parenchyma, படம்.3.26G) : இவ்வகையில் பாரெங்கைமா செல்கள் வெசல்களை உள்ளடக்கி கிடைமட்டப் பட்டைகளாக இரண்டாம் சைலத்தில் அமைந்துள்ளன.

சிறகுப்பாரங்கைமா (Aliform parenchyma, படம். 3.26H) :வெசல்களோடு தொடர்புற்ற இப்பாரங்கைமா செல்கள் வெசல்களை சூழ்ந்திருப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் பக்கவாட்டில் இருபுறமும் சிறகுகள் போல் நீண்டிருக்கும் (எ.கா. *அகேசியா - Acacia*).

இணைந்த சிறகுப்பாரங்கைமா (Aliform – Confluent, படம்.3.26I) : ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட அருகருகே அமைந்த சிறகு வடிவப் பாரங்கைமா தொகுப்புக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பக்கவாட்டில் இணைந்து ஒரு தொடராகக் காணப்படும். அதேசமயத்தில் வெசல்களையும் சூழ்ந்திருக்கும் இவ்வகை, இணைந்த சிறகுப் பாரங்கைமாவாகும் (எ.கா. அகேசியா).

DR. T.P.M. LIBRARY
MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY
299134

வெசல் தொடர்பற்ற பாரங்கைமா (Apotracheal Parenchyma): இப்பிரிவில் அச்சுப் பாரங்கைமா செல்கள் வெசல்களை விட்டு விலகி வெசல்களோடு தொடர்பில்லாமல் பல்வேறு வகையில் பரவிக் காணப்படுகின்றன. வெசல் தொடர்பற்ற பாரங்கைமா பல பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

பரவல் பாரங்கைமா (Diffuse parenchyma, படம்.3.26A) :இரண்டாம் சைலத்தில் ஒரு சில பாரன்கைமா செல்கள் வெசல்களோடு தொடர்பற்று தனித்த செல்களாக செறிவற்ற நிலையில் விரவிக் காணப்படும். இது பரவலான பாரங்கைமா எனப்படும் (எ.கா. *குர்கஸ்* - *Quercus*).

பரவல் தொகுப்புப் பாரன்கைமா (Diffuse – Aggregate, படம்.3.26B): வெசல்களோடு தொடர்பில்லாத நிலையில், பாரங்கைமா செல்கள் சிறு சிறு தொகுப்புக்களாக விரவிய வண்ணமிருக்கும். இது பரவலான தொகுப்புப் பாரெங்கைமா வகையாகும் (எ.கா. *குர்கஸ்*).

பட்டை பாரங்கைமா (Banded parenchyma, படம். 3.26C) வெசல்களோடு தொடர்பில்லாத :இப்பாரங்கைமா அதிகமான அளவில் பரிதிக்கு இணையாக நீண்ட பட்டைகளாக இரண்டாம் சைலத்தில் காணப்படும் (எ.கா. *ஹைறகோரியா*, *Hicoria*).

வரம்புப் பாரங்கைமா / தொடக்கப் பாரங்கைமா (Terminal / Marginal Parenchyma, படம். 3.26D): இவ்வகை பாரங்கைமா செல்கள் வளர்ச்சி வளையங்களின் (Growth rings) வரம்புப் பகுதியில் துவக்கத்திலோ, இறுதியிலோ அமைந்து வெசல்களோடு தொடர்பின்றிக் காணப்படும் (எ.கா. தொடக்க பாரெங்கைமா – செரடோனியா, சைகோ.ஃ.பில்லம், இறுதிப் பாரெங்கைமா – மாக்னோலியா, சாலிக்ஸ்).

சைலம் ஊடுகதிர் பாரங்கைமா (Ray parenchyma): - இது கதிர் பாரங்கைமா என்றும் அழைக்கப்படும்.

தோற்றம் : கதிர் பாரங்கைமா செல்கள் வாஸ்குல கேம்பியத்திலுள்ள கதிர் தோற்றுவிகளில் (Ray initials) இருந்து தோன்றுகின்றன.

அமைவிடம் :கதிர்கள் இரண்டாம் நிலை சைலத்தில் ஆரப்போக்கில் நீண்ட பட்டைகளாக கிடைமட்டத்தில் அமைந்துள்ளன. இவை சைலம் கதிர்கள் (Xylem rays), எனப்படும்.

அமைப்பு : சைலம் கதிர்கள் எளிய வகை பாரங்கைமா செல்கள். இச்செல்கள் ஆரப்போக்கில் நீண்டு காணப்படும். முதனிலை செல்சுவர் செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் போன்ற செல்சுவர் பொருட்களால் ஆனது. சில நேரங்களில், லிக்னின் படிந்த இரண்டாம் செல்சுவரும் காணப்படலாம். கதிர்களில் சில செல்கள் ஆரப்போக்கில் நீண்டு அமைந்திருக்கும் இவற்றிற்கு படர்க்கை செல்கள் (Procumbent) என்றுப்பெயர். சில செல்கள் அச்சுப்போக்கில் நீண்டு செங்குத்தாக காணப்படும், இவை செங்குத்துச்செல்கள் (upright cells) எனப்படும். கதிர் செல்கள் அரிதாக இரண்டாம் செல்சுவரோடும் காணப்படும். டிரக்கீடுகள், வெசல்களோடு தொடர்பு கொண்ட கதிர் செல்கள் எளிய குழிகளோடோ, வரையுற்ற குழிகளோடோ அல்லது அரைவரையுற்ற குழிகளோடோ காணப்படும்.

கதிர் பாரங்கைமா வகைகள் : கதிர் பாரன்கைமா வகைகளைக் கண்டறிய இரண்டாம் சைலத்தை மூன்று விதமான வெட்டுத் தோற்றங்களில் காண வேண்டும். அவை குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் (CS), சைலம் கதிர்களுக்கு செங்கோணத்தில் பரிதிக்கு இணையான வெட்டுத் (TLS) தோற்றம், ஆரப்போக்கு நீள் வெட்டுத் (RLS) தோற்றங்களாகும். குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றத்தில் கதிர்களின் மேற்புறத் தோற்றத்தையும் பரிதிக்கு இணையான வெட்டுத் தோற்றத்தில் கதிர்களின் முகப்புத் தோற்றத்தையும், ஆரப்போக்கு நீள் வெட்டுத் தோற்றத்தில் கதிர்களின் பக்கவாட்டுத் தோற்றத்தையும் காணலாம்.

குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் கதிர்கள் ஓர் அடுக்கு அல்லது இரண்டு அடுக்காக பெரும்பாலும் அமைந்திருக்கும். சில தாவரங்களில் கதிர்கள் பல அடுக்குகளாக புளோயத்தின் ஊடே செல்லும்போது புனல் போல் விரிந்தும் காணப்படும் (எ.கா. *கோர்கோரஸ்*).

பரிதிக்கு இணையான வெட்டுத் தோற்றத்தில் கதிர்களின் முகப்பு கதிர்கோல் வடிவத்திலிருக்கும். ஒரு செல் வரிசையிலோ பல செல் வரிசையிலோ காணப்படும். ஒரு செல் வரிசையில் இருந்தால் அது ஒருவரிசைக் கதிர்கள் (Uniseriate rays) என்றும் (படம்.3.27A), இரு வரிசைகளில் செல்கள் அமைந்திருந்தால் அது இருவரிசைக் கதிர்கள் (Biseriate rays) என்றும் (படம். 3.27A) அழைக்கப்படும். பல செல் வரிசையில் இருந்தால் பல வரிசைக் கதிர்கள் (Multiseriate)

எனப்படுகின்றன (படம். 3.27B,C,D). கதிர்களை ஆரப்போக்கு நீள் வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும் போது அவற்றின் செல் அமைப்புகள் தெளிவுறத் தெரியும். இந்த அடிப்படையில் ஒரே வகையான செல்களால் ஆக்கப்பட்ட கதிர்கள் ஒரே செல்வகைக் கதிர்கள் (Homocellular rays – Eg. *Populus* (பாபுலஸ்)) என்றும் (படம்.3.27E), படர்க்கை செல்களாலும் செங்குத்துச் செல்களாலும் அமைந்த கதிர்கள் இரு செல்வகைக் கதிர்கள் (Heterocellular rays – Eg. *Olea* (ஒலியா)) என்றும் (படம்.3.27F) பெயர் பெறும். பெரும்பாலும் இருசெல்வகைக் கதிர்களில் செங்குத்துச் செல்கள் மேல், கீழ் வரிசைகளில் அமைந்தும் நடுவில் படர்க்கை செல்களோடும் காணப்படும். ஒரு சில கதிர்கள் மேலும், கீழும் ஒரு வரிசை செல்லால் ஆக்கப்பட்ட வால் நீட்சிகளுடன் காணப்படலாம் (படம். 3.27C).

சைலத்தில், கதிர்கள் பலவாறு அமைந்திருக்கும். ஒரு வரிசைக் கதிர்களும், இரு அல்லது பலவரிசைக்கதிர்களும் ஸைலத்தில் ஒருங்கே காணப்படலாம் (படம்.3.27B). அல்லது, ஏதாவது ஒரு வகைக் கதிர் மட்டுமே கூட இருக்கலாம். இவ்வாறே, ஒரு வகைசெல் கதிர்களும், இருவகைசெல் கதிர்களும் கலந்தோ, தனித்தோ காணப்படலாம். சைலத்தின் கதிர் வகைகளும் அவற்றின் அமைப்பு முறைகளும் வகைப்பாட்டியலுக்கும், தாவர இனங்களைக் கண்டறியவும், பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. வளர்ச்சி மாற்றங்களின்போது ஒரு வரிசை கதிர்கள் பல வரிசையாகவும், பல வரிசைக் கதிர்கள் பிரிவதால் ஒரு வரிசை கதிர்களாகவும் மாற வாய்ப்பு உண்டு.

செயல்பாடுகள் : சைலம் அச்சுப் பாரங்கைமா, கதிர் பாரங்கைமா செல்கள் பல வகையான உணவுப் பொருட்களை சேமிக்கின்றன. அவை கொழுப்பு, புரதம், டானின், படிகங்கள், லேடக்ஸ், மியூசிலேஜ், ஆல்கலாய்டு போன்றவை ஆகும்.

ஸைலம் நார்செல்கள் (Xylem fibres): சைலத்தில் அமைந்துள்ள நார் செல்கள் சைலம் நார் செல்களாகும். இந்நார் செல்கள் வாஸ்குலக் கேம்பியத்தில் உள்ள கூம்புமுனைத் தோற்றுவிகளில் (Fusiform initials) இருந்து தோன்றுகிறது. நார் செல்களில் நார்-டிரக்கீடுகள் (Fibre-tracheids), லிப்ரிஃபார்ம் நார்செல்கள் (Libriform – fibre), ஜெலாடின் (பாகுஉறை), நார்செல்கள், தடுப்பு சுவர் நார்செல்கள் (Gelatinous fibres,

septate fibres) என நான்கு வகைகள் உள்ளன. நார் செல்களில் லிக்னின் என்ற செல்சுவர்ப் பொருள் படிவதால் இரண்டாம் செல்சுவர் தடிப்புற்று காணப்படுகின்றன.

நார்-டிரக்கீடுகள் (படம்.3.21A,C) : இச்செல்கள் சற்று நீளம் குறைந்த செல்கள், கூர்முனை கொண்ட இச் செல்களின் செல்சுவர் தடிப்புற்று காணப்படும். பக்கச் சுவர்களில் வரையுற்ற குழிகள் உள்ளன. இக்குழிகளின் குழியறை குறுகியதாகக் காணப்படும். குழிகளின் வெளித்துவாரம் வட்டமாகவும் உள்துவாரம் நீண்ட பிளவு அமைப்பிலும் உள்ளது.

லிப்ரி.ஃபார்ம் நார் செல்கள் (படம்.3.21B,E,F): நார்-டிரக்கீடுகளை விட லிப்ரி.ஃபார்ம் நார் செல்கள் நீளம் அதிகமாகவும், தடித்த செல் சுவரையும் கொண்டுள்ள இச் செல்களின் பக்கச் சுவரில் எளிய குழிகள் உள்ளன. இக்குழிகளின் கால்வாய் தட்டையான புனல் வடிவத்திலுள்ளது. குழித்துவாரம் நீண்ட பிளவு அமைப்பில் காணப்படும்.

மேற்கூறிய இரண்டு வகை நார் செல்களும் குறுக்காக தடுப்புச் சுவரோடு காணப்பட்டால் அவை தடுப்பு சுவர் நார் செல்கள் (Septate fibre) எனப்படும் (படம்.30.21C). சில சமயம் இச் செல்கள் புரோட்டோ பிளாசத்தை பெற்று, சேமிப்புப் பொருட்களோடு காணப்படும். இம்மாதிரி அமைப்பு கொண்ட நார் செல்கள் உயிர்ப்புள்ள நார் செல்கள் (Living fibres) என்றும் அழைக்கப்படும். இவைகளை சைலம் பாரெங்கைமாவிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிவது கடினம். பொதுவாக அச்சுப் பாரங்கைமா செல்கள் (Axial parenchyma) மிகக் குறைந்த அளவிலோ, இல்லாமலோ இருந்தால் மேற்கூறிய நார் செல்கள் சைலத்தில் மிகுந்திருக்கும்.

சில நார் செல்களின் உட்புறம் இரண்டாம் செல்சுவருக்கு அடுத்தாற்போல் லிக்னின் அல்லாத ஜெலாடின் தன்மை கொண்ட சுவர்ப்பொருள் படிகிறது. இவை ஜி-நார் செல்கள் (Gelatinous fibres-G-fibres) எனப்படும் (படம்.3.21D). இருவித்திலைத் தாவர இழுப்பு விசைக் கட்டைகளில் இவை (Tension wood) காணப்படும்.

செயல்திறன் : நார் செல்கள் வலிவூட்டும் திசுவாக செயல்படும். இரண்டாம் சைலத்திற்கு (கட்டைகள்) உறுதி, திண்மை, இறுக்கம்

ஆகியவற்றை அளிப்பது நார் செல்களே. (மேலும் நார் செல்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ள ஸ்கிளிரெங்கைமா அத்தியாயத்தை பார்க்கவும்).

சைலம் பாரங்கைமா – பரிணாம வளர்ச்சி
கதிர் பாரங்கைமா :

பின்தங்கிய அல்லது கீழ்நிலையில் உள்ள கட்டைகளில் மிக நீண்ட ஒரு வரிசை மற்றும் பலவரிசை கதிர்கள இரண்டும் காணப்படும். மேலும் பலவரிசை கதிர்களின் அடிப்புறமும், மேற்புறமும் நீண்ட இறக்கை அமைப்பில் ஒரு வரிசை கதிர்களாக (படம்:3.27c) அமைந்திருப்பது பரிணாமத்தில் பின்தங்கிய அமைப்பாகக் கருதப்படுகின்றன. பரிணாமத்தில் மேல்நிலையிலுள்ள கட்டைகளில் ஒரு வரிசை அல்லது பலவரிசை என ஏதேனும் ஒருவகை மட்டுமே காணப்படும். பலவரிசை கதிர்கள் நீளம் குறைந்து காணப்படும். பலவரிசை கதிர்களின் இறக்கை அமைப்புக்கள் குறைந்தும், ஒரு தரப்பட்ட நீளம் குறைந்த ஒரு வரிசை கதிர்களே காணப்படுகின்றன (கார்ல்க்விஸ்ட் - Carlquist, 1961).

அச்சுப் பாரெங்கைமா: பரிணாமத்தில் பின்தங்கிய கட்டைகளில் வெசல் தொடர்பற்ற பரவல் அச்சுப் பாரங்கைமாவும், குறைந்த பாரங்கைமாவும் காணப்படுகிறது. பட்டை பாரங்கைமாவும், இணைந்த இறக்கை வடிவ பாரங்கைமாவும் பரிணாமத்தில் மேல்நிலையிலுள்ள கட்டைகளில் காணப்படுகிறது. வெசல் தொடர்பற்ற பாரங்கைமா, வெசல் தொடர்புள்ள பாரங்கைமாவோடு ஒப்பிடும் போது பரிணாமத்தில் மேல்நிலையில் உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது.

2. ஃபுளோயம் (PHLOEM)

நகெலி (1858) எனும் அறிவியல் வல்லுனர் முதன் முதலில் தாவரங்களில் உணவு கடத்தும் திசுவின் இயல்புகளைக் கண்டறிந்து ஃபுளோயம் என்று பெயர் சூட்டினார். சைலமும், ஃபுளோயமும் சேர்ந்து அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள நிலையில் வாஸ்குல தொகுப்பு என்றழைக்கப்படும். ஃபுளோயம் பல தன்மையக்கூட்டுத்திசுவாகும். இதில் சல்லடை மூலக்கூறுகளான சல்லடைச்செல்கள், சல்லடைக் குழாய்கள் (Sieve elements) துணை செல்கள், ஃபுளோயம் நார்செல்கள், ஸ்கிளீரைடுகள், ஃபுளோயம் பாரங்கைமா, லேடக்ஸ் அமைப்புகள் (Laticifers), இடியோப்ளாஸ்ட் ஆகிய பலதரப்பட்ட செல்கள் அடங்கியுள்ளன. மென்மையான சுவர் கொண்ட இச்செல்கள் சில குறிப்பிட்ட வண்ணங்களைத் தவிர ஏனைய வண்ணங்களை ஏற்பதில்லை. இத்திசுவமைப்பைத் தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் அறிந்துக் கொள்ள நுண்நுட்பவியல் (Microtechnique) முறையில் மெல்லிய குறுக்கு வெட்டு, நெடுக்கு வெட்டுச் சீவல்களை எடுத்து நுண்நோக்கியில் காண வேண்டும். மற்ற திசுக்களைக் காட்டிலும் குறைந்த அளவில் ஃபுளோயம் திசுக்கள் காணப்படும். தாவரஇலைகள் தயாரிக்கும் உணவுப் பொருட்களை தண்டு, இலை, கிளை, மலர், கனி, வேர் போன்ற எல்லா பாகங்களுக்கும் ஃபுளோயம் திசு கடத்துகிறது.

தோற்றம்: - தோற்றத்தின் அடிப்படையில் ஃபுளோயம் இரு வகையாகப்பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தண்டு, வேர்களின் முதனிலை வளர்ச்சியின் போது புரோகேம்பியத் தோற்றுவிகளிலிருந்து தோன்றுவது முதனிலை ஃபுளோயம் (Primary phloem) என்றும், இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியின் போது வாஸ்குல கேம்பியத்திலிருந்து தோன்றுவது இரண்டாம்நிலை புளோயம் (Secondary phloem) என்றும் அழைக்கப்படும்.

அமைவிடம்: - தண்டு, வேர்களில் காணப்படும் வாஸ்குல கற்றைகளில், முதனிலை ஃபுளோயமும், குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெற்ற தண்டு, வேர்களில் இரண்டாம் சைலத்தின் வெளிப்புறமும் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயமும் அமைந்திருக்கும். முதனிலை ஃபுளோயத்தில் முன்னால் தோன்றிய ஃபுளோயம் புரோட்டோஃபுளோயம் எனவும் பின்னால் தோன்றியது மெட்டாஃபுளோயம் என்றும் அழைக்கபபடுகின்றன.

குக்கர்பிட்டேசி போன்ற சில குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரத் தண்டுகளில் முதனிலை வாஸ்குலார் கற்றைகளில் சைலத்தின் உட்புறம்,

வெளிப்புறம் ∴புளோயம் அமைந்திருக்கும். இவ்வகைக்கற்றைக்கு இருபக்க ஒருங்கமைந்த கற்றை (Bicollateral) என்றுபெயர். *கன்வால்வுலஸ்* (*Convolvulus*), *லெப்டடீனியா* (*Leptadenia*) போன்ற தாவரத்தண்டுகளில் பித் பகுதியின் விளிம்பில் ∴புளோயம் சிறுசிறு தொகுப்புக்களாகக் காணப்படும். இது புரோகேம்பியத் தோற்றுவிகளால் தோற்றுகிறது. இப்∴புளோயம் தொகுப்புக்கள் **சைலம் உட்பட்ட புளோயம்** (Internal /Intra-xylary phloem) எனப்படும். சில தண்டுகளில் எ.கா: *சால்வடோரா* (*Salvadora*), *ஸ்டிரிக்னாஸ்* (**Strychnos**), *லெப்டடீனியா* போன்றவற்றில் இரண்டாம் சைலத்தில் திட்டுக்களாக அங்கங்கே இரண்டாம் நிலை ∴புளோயம் புதைந்து காணப்படும். இது **சைலம் இடைப்பட்ட புளோயம்** (Inter-xylary/included phloem) எனப்படும். பொதுவாக இளம் தண்டுகளில் ∴புளோயம் ஒரே ஆரக்கோட்டிலும், இளம் வேர்களில் வெவ்வேறு ஆரப்போக்கிலும் அமைந்திருக்கும்.

அமைப்பு: - ∴புளோயத்தில் உள்ள சல்லடைசெல்கள், சல்லடை குழாய்கள், துணைசெல்கள், ∴புளோயம் பாரங்கைமா போன்ற செல்கள் மென்மையான சுவர் கொண்டவை. சில தாவரங்களின் சல்லடை மூலக்கூறுகளில் சற்று தடித்த செல் சுவர்கள் காணப்படுவதுண்டு. ஏனைய செல்களாகிய புளோயம் நார் செல்கள், ஸ்கிளீரைடுகள் ஆகியவற்றில் செல் சுவர்ப்பொருள் லிக்னின் படிந்து தடிப்புற்றும், திண்மையுற்றும் காணப்படும். இரண்டாம் சைலத்தைப் போலவே, இரண்டாம் ∴புளோயத்திலும் சில வகை செல்கள் நெடுக்குப் போக்கிலும், சில குறுக்குப் போக்கிலும் அமைந்துள்ளன. சல்லடைக் குழாய்கள், நார் செல்கள் அச்சுப் பாரன்கைமா ஆகியவை நெடுக்குப் போக்கிலும், ∴புளோயம் கதிர் செல்கள் கிடைமட்டப் போக்கிலும் அமைந்துள்ளன. முதனிலைப் ∴புளோயத்தில் நெடுக்குப் போக்கில் அமைந்த செல்வகைகள் மட்டுமே உண்டு. ∴புளோயம் கதிர் செல்கள் காணப்படுவதில்லை.

சல்லடை அங்கங்கள் (Sieve elements): - சல்லடை அங்கங்கள் இருவகைப்படும். அவை **சல்லடை செல்கள்** (Sieve cells), **சல்லடை குழாய்கள்** (Sieve tubes, படம்.3.28A). இவ்விரண்டு அங்கங்களும் செயலில் ஒன்றுபட்டு இருப்பினும், அமைப்பில் சற்று வேறுபட்டவை.

சல்லடை செல்கள்: - இவை நீண்டு, குவிந்த, சாய்வான முனை கொண்ட செல்கள். இச்செல்களின் சுவர் மென்மையானவை.

இச்செல்களின் பக்கச் சுவர்களில் சல்லடைப் பரப்புகள் (Sieve areas) அமைந்துள்ளன. இச்சல்லடைப் பரப்புகள் மிக நுண்ணிய துளைகளோடு கூடிய வட்டமான குழிந்த பள்ளமான பகுதியாகும். இத்துளையமைந்த சல்லடை பரப்புகள் அடுத்து அமைந்துள்ள சல்லடை செல்களின் சல்லடைப்பரப்பில் உள்ள நுண்துளைகளோடு தொடர்பு கொண்டவை. இதனால் ஒரு சல்லடை செல்லிலிருந்து அடுத்த சல்லடை செல்லுக்கு சல்லடைப் பரப்பின் துளைகள் வழியாக உணவு கடத்தப்படுகிறது. முதிர்வடைந்த சல்லடை செல்களில் மாற்றுரு பெற்ற சைட்டோப்ளாசம் உள்ளது. இது மிக்டோபிளாசம் (mictoplasm) என்படும். இது அடர்வு மிகுந்த நெகிழ்வான நீர்ம அமைப்பு ஆகும். மிக்டோபிளாசத்தில் சிறப்பு வகையான புரதப் பொருட்கள் காணப்படுகின்றன. இப்புரதங்கள் புளோயப் புரதங்கள் (P – proteins) எனப்படுகின்றன. செல்சுவர் செல்லுலோஸ் கூட்டுப் பொருளால் ஆனது. சல்லடை அங்கங்களின் செல்சுவர் முதிர்ச்சி அடையும்போது இரு சுவர்பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் உட்சுவர் மெல்லியதாகவும் வெளிச்சுவர் தடித்தும், பல மென்படல அடுக்குகளுடனும் அமைந்திருக்கும். இது முத்துப்போல் பிரகாசமாக நுண்நோக்கியில் தெரிவதால் ஒளிவீசும் (Nacreous) சுவர் எனப்படுகிறது. எனினும் இது முதனிலை சுவரேயாகும். சல்லடை செல்கள் கீழ்நிலை வாஸ்குலார் தாவரங்களான டெரிடோ∴பைட்டுகள், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் காணப்படுகின்றன.

பல ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் ஒவ்வொரு சல்லடை செல்லுடனும் ஒரு பாரங்கைமா செல் இணைந்துள்ளது. இதற்கு அல்புமின் செல் (Albuminous cell) என்றுபெயர். இச்செல்களில் உட்கருவும், சைட்டோப்ளாசமும் அமைந்துள்ளதால் இவை உயிருள்ள செல்களாகும். சல்லடை செல்களில் நடைபெறும் வாழ்வியல் செயல்பாடுகளோடு அல்புமின் செல்கள் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளன. ஏனெனில் சல்லடை செல் செயலற்றுப்போகும் போது அல்புமின் செயல்படுவதும் நின்றுவிடுகிறது. அல்புமின் செல்கள் மேல்நிலை தாவர ∴புளோயத்தின் துணை செல்களுக்கு ஒப்பானவை.

சல்லடைக் குழாய்கள் (Sieve tube): - சல்லடைக் குழாய் அங்கங்கள் நீண்ட குழல் அமைப்பு கொண்ட செல்கள். இச்செல்கள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்டு நீண்ட குழாயாக காணப்படும் போது இத்தொடர் அடுக்கு சல்லடைக் குழாய் (Sieve tube) எனப்படும் (படம்.3.28A). இச்செல்களின் குறுக்குச் சுவர்கள் சல்லடை போன்ற நுண்துளைகள்

கொண்ட பகுதியாகும். நுண்துளைகள் கொண்ட இக்குறுக்குச் சுவர்தட்டு **சல்லடைத் தட்டு** (Sieve plate) எனப்படும் (படம்.3.28B).

சல்லடைப் பரப்புக்களும், சல்லடைத் தட்டுக்களும் தோன்றும் விதம் (Development of Sieve areas and Sieve plates, படம்.3.31A-C) : சல்லடை அங்கங்களின் பக்கச்சுவரிலும், குறுக்குச் சுவரிலும் வட்ட வடிவமான குழிவான பகுதிகள் அமைந்துள்ளன. இக்குழிவான பகுதிகள் எண்ணற்ற சைட்டோபிளாச இழைகளைப் (Plasmodesmata) பெற்று, குழிப்பரப்புக்கள் என அழைக்கப்படும். சல்லடை அங்கங்களின் பக்கச் சுவர்களிலும், குறுக்குச் சுவர்களிலும் பலகுழிப்பரப்புகள் கூட்டமாகக் காணப்படும். இப்பகுதிகளுக்கு முதன் நிலைக்குழிப்பரப்புகள் (Primary pit field) என்றுபெயர். இக்குழிகளினூடே சல்லடை அங்கங்களின் சைட்டோப்ளாசம் மென் இழைவடிவில் (Plasmodesmata) கடந்து சென்று செல்களிடையே தொடர்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. இப்பகுதிகள் சல்லடைப்பரப்புகள் தோன்றக்கூடிய பகுதிகளாகும். இரண்டு அடுத்துள்ள சல்லடை அங்கங்களின் சல்லடைப்பரப்புகள் ஒன்றாக அமைவதால் சைட்டோபிளாச இழைகள் இணைக்கும் பாலமாக உள்ளன. சைட்டோபிளாச இழைகளைச் சுற்றிலும், இரண்டு பக்கச் சுவரிலும் β-1,3 குளுக்கான் பொருளான கேலோஸ் (Callose) வட்ட வடிவமான தட்டுக்களைப் போல் படிகின்றன (படம்.3.30A,D). இக்கேலோஸ் தட்டுக்களின் மேலும் கீழும் எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல் படிந்திருக்கும். கேலோஸ் படிவதில் எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல் பெரிதும் பங்கு கொள்கிறது. வட்டத்தட்டுக்களாக படிந்த கேலோஸ் விரிமையப் போக்கில் விரிவடைவதால் சைடோபிளாச இழை ஊடுறுவிச் செல்லுமிடம் கிழிந்து நுண்துளையாக மாறிவிடும் (படம்.3.30A-E). சைட்டோபிளாச இழைகள் இணைக்கும் இழைகளாக (Connecting strands) மாறிவிடும். இவை சைட்டோபிளாச இழையை ஒத்திருந்தாலும் அதைவிட சற்று தடிப்பான இழைகளாகும். இவ்விணைக்கும் இழைகள் உள்ள நுண்துளைகளைச் சுற்றி கேலோஸ் படிந்திருப்பதால் துளைகள் உறுதியாக அமைவதுடன், இணைக்கும் இழைகள் பாதுகாப்புடன் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு சல்லடைப் பரப்பிலும் எண்ணற்ற இணைக்கும் இழைகள் காணப்படும். இவற்றின் உதவியால் உணவுப் பொருட்கள் ஒரு வகை அழுத்தத்துடன் சிறப்பான முறையில் கடத்தப்படுகிறது.

சல்லடைப் பரப்பில் கேலோஸ் இருவேறு முறைகளில் படிகிறது. ஃபுளோயம் முதிர்வடைந்து செயலிழக்கும் போது இணைக்கும் இழைகள் உள்ள பகுதிகளில் கேலோஸ் படிந்து விடுவதால் நுண்துளைகள் அடைபட்டு உணவுப் பொருள் கடத்தப்படுவது நிறுத்தப்படும். இவ்வாறு படிந்த கேலோஸ் நிரந்தரமாக அமைந்து விடுமேயானால், இத்தகைய கேலோஸ் **நிரந்தர கேலோஸ்** (Definitive callose) எனப்படும் (படம்.3.30E). சில தாவரங்களில், குறிப்பிட்ட பருவகாலத்தில் மட்டும் நுண்துளைகள் மீது கேலோஸ் படிந்து ஃபுளோயம் அடைபட்டு செயலற்றதாகிவிடும். பின்னர் மீண்டும் சாதகமான பருவநிலையில் துளை அடைபட்ட இடங்களில் உள்ள கேலோஸ் மட்டும் மறைந்து விடுவதால் சல்லடைக் குழாய்களின் நுண்துளைகள் திறந்து செயலுள்ளதாக மாறிவிடும். இத்தகைய கேலோஸ் **உறக்க நிலை கேலோஸ்** (Dormancy callose) எனப்படும்.

சல்லடைக் குழாயின் குறுக்குச் சுவரில் சல்லடை பரப்புகள் காணப்பட்டால் அது சல்லடைத் தட்டு எனப்படும். சல்லடைப் பரப்புகளைக் காட்டிலும், சல்லடைத் தட்டுகள் அகன்ற எண்ணற்ற நுண்துளைகள் அமைந்த சிறப்பான அமைப்புடையவை. சல்லடைத் தட்டில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட சல்லடைப் பரப்புகள் இருப்பின் அது **கூட்டு சல்லடைத் தட்டு** (Compound sieve plate) எனப்படும் (படம்.3.29A,B,C). ஒரே ஒரு சல்லடைப் பரப்பு மட்டும் காணப்பட்டால் அது **எளிய சல்லடைத்தட்டு** (Simple sieve plate) எனப்படும் (படம்.3.29D,E,F,G).

முதிர்வடைந்த சல்லடைக் குழாய்களில் உட்கரு காணப்படுவதில்லை. சைட்டோபிளாசத்திற்குப் பதிலாக அடர்வு மிகுந்த நீர்மமும் (மிக்டோபிளாசம்) திண்மையான திடப்பொருள்களும் காணப்படும். இத்திடப்பொருள்களுக்கு ஸ்லைம் (Slime bodies) என்றுபெயர். ஸ்லைம் என்பது உண்மையில் ஒரு வகை புரதம் எனக்கண்டறியப்பட்ட பின் இத்திடப்பொருள் ஃபுளோய-புரதங்கள் (P-protein) என தற்போது பெயரிடப்பட்டுள்ளது. புளோய-புரதங்கள் எலக்ட்ரான் நுண்நோக்கியில் காணும்போது, இழையமைப்பிலோ, குழல் அமைப்பிலோ, நூல் அமைப்பிலோ, நுண்துகள்களாகவோ, படிக அமைப்பிலோ பலதரப்பட்ட புறத்தோற்ற வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுகின்றன. பெரும்பான்மையான இருவித்திலைத் தாவரங்களில் காணப்படும் இப்ஃபுளோய-புரதம், ஒருவித்திலை, ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் அரிதாகவே உள்ளது. சல்லடைக் குழாயில் ஃபுளோயம்-புரதத்தை சூழ்ந்த நிலையில் பிளாஸ்மா படலம் உள்ளது.

எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல் சிதறலாகவும்,. மைட்டோகாண்டிரியங்கள், கணிகங்கள் போன்ற செல்அங்கங்கள் மட்டும் காணப்படும். ஏனைய செல் அங்கங்கள் அனைத்தும் சிதைவடைந்து மறைந்து விடும். சல்லடைக் குழாய்கள் காயப்படும்போது ∴புளோய-புரதங்கள் சல்லடைப் பரப்புகளில் உள்ள நுண்துளைகளின் மேல் புனல் அமைப்பில் படிந்து துளைகளை அடைத்துவிடும். சல்லடைத்துளைகளை அடைத்தவாறு அமைந்துள்ள ∴புளோய-புரததிற்கு ஸ்லைம்-அடைப்பு (Slime plug) என்று பெயர் (படம்.28.A). இதனால் உணவுப்பொருள் வீணாக வெளியேறுவது தடைசெய்யப்படுகின்றது.

∴புளோய கணிகங்கள் (Phloem plastids): சல்லடைக் குழாய்களில் இரண்டுவகையான கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. அவை புரதம் செறிந்த புரத-கணிகம் (P-plastids), தரசம் செறிந்த தரச-கணிகம் (S-plastids) ஆகும். *பேட்டிஸ் மேரிடைமா* (*Batis maritima*-Bataceae), *பாலிகோணம் பைஸ்டார்டம், ருமெக்ஸ் பேஷன்ஷியா* (*Polygonum bistortum, Rumex patientia* – Polygonaceae), பிளெம்பாகோ ஐரோபேயா (*Plumbago europaea* – Plumbaginaceae) போன்ற தாவரங்களின் சல்லடைக் குழாய்களில் தரச - கணிகம் காணப்படுகிறது.

புரத-கணிகங்களில் மூன்றுவகைகள் உள்ளன. முதலாவது வகையில் நடுப்புறத்தில் கோளவடிவ படிக அமைப்பும் அதனைச் சூழ்ந்த வண்ணம் புரத இழைக் கற்றையும் காணப்படும். இது கேரியா∴பில்லேல்ஸ் துறை சார்ந்த தாவரங்களிலும் ஐசோயேசி, பேசெல்லேசி, கேக்டேசி, மொல்லுஜினேசி, நிக்டாஜினேசி, ∴பைடோலேகேசி போன்ற குடும்பத்திலுள்ள தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது (Behnke and Turner, 1971). இரண்டாவது வகையில் நடுவில் பல்கோண வடிவ படிக அமைப்பும், அதனைச் சூழ்ந்த வண்ணம் புரத இழைக்கற்றையும் உள்ளது. இவ்வகை ஸ்டெக்னோஸ்பெர்மடேசி, ∴பைடோலகேசி, கேரியோ∴பில்லேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. மூன்றாவது வகையில், படிக அமைப்பு ஏதும் இல்லாமல் புரத இழைக் கற்றைகள் மட்டுமே புரத-கணிகங்களில் காணப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புக்கள் கீனோபோடியேசி, அமராந்தேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. மேற்கூறிய (எலக்ரான்நுண்நோக்கி அமைப்புகள்) மீநுண் அமைப்புகளின் அடிப்படையில், வகைப்பாட்டியலில் இருந்த சில சிக்கலான, ஐயப்பாடுகளுக்கு தீர்வு காணப்பட்டுள்ளது.

சல்லடைக் குழாய்களில் உணவுப் பொருட்கள் குறிப்பிட்ட திசையில் விசை/அழுத்தத்துடன் கடத்தப்படுகின்றன. புளோய-புரதமும், எண்டோபிளாச வலையும் உணவுக் கடத்துதலில் பெரிதும் பங்கு வகிக்கின்றன என அறிவியலாளர்கள் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர். இது **முன்ச் (Munch) கோட்பாடு** எனவும் விளக்கப்படுகிறது.

சல்லடை மூலக்கூறுகளின் இன வரலாறும், பரிணாம வளர்ச்சியும்
(Sieve elements phylogeny and Evolution, படம். 3.29 A-G): -

கடைநிலை வாஸ்குல தாவரங்களாகிய டெரிடோ:.பைட்டா, ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களில் சல்லடை செல்களும், மேனிலை பூக்கும் தாவரங்களாகிய ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் சல்லடைக் குழாய்களும் காணப்படுகின்றன. எனவே, சல்லடைக் குழாய்கள் பரிணாம வளர்ச்சியில் உன்னதநிலை அடைந்துள்ளது எனவும், சல்லடை செல்களே அவற்றிற்கு முன்னோடியாக இருந்திருக்கக்கூடும் எனவும் அறிவியலாளர்கள் கருகின்றனர். சல்லடை செல்களில் படிப்படியாக கீழ்க்காணும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருக்கக் கூடும் என அறிவித்துள்ளனர். அதாவது சல்லடைப் பரப்புகள் கொண்ட நுனிப்பகுதி குறுக்குச்சுவராக மாற்றமடைதல், சல்லடைப் பரப்பு கொண்ட குறுக்குச் சுவர் சல்லடைத் தட்டாக மாறுதல், கூட்டு சல்லடைத் தட்டு எளிய சல்லடைத் தட்டாக மாறுதல் போன்ற பரிணாம மாற்றங்கள் ஏற்பட்டு இருக்கக் கூடுமெனவும், சல்லடை செல்களின் நீளம் படிப்படியாக குறைந்து, அகலம் அதிகரித்து சாய்வான குறுக்குச் சுவர்கள் கிடைமட்டமாக மாறி, பக்கச் சுவர்களில் சல்லடைப் பரப்புகள் முழுவதுமாக மறைந்திருக்கக் கூடுமெனவும் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர். இவ்விதமே உன்னத நிலையடைந்த சல்லடைக் குழாய்கள் தோன்றியுள்ளன (படம். 3.29G).

துணை செல்கள் (Companinon Cells) : - ஒவ்வொரு சல்லடைக் குழாய் அங்கத்தோடு சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த ஒரு பாரங்கைமா செல் இணைந்து அமைந்துள்ளது (படம்.3.28A,B). இவ்வாறு சல்லடைக் குழாய் செல்லுடன் தொடர்புள்ள பாரங்கைமா செல் **துணை** செல் எனப்படும். ஒரு சில சல்லடைக் குழாய் செல்கள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட துணை செல்களோடு காணப்படலாம். ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட துணை செல்கள் இருக்கும் போது அவை ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாக சல்லடைக் குழாய் அங்கத்தின் பக்கவாட்டில் அமைந்திருக்கும். துணை செல்களில் முதனிலை குழிப் பகுதிகளும், நுண் சைட்டோபிளாச இழைகளும் அமைந்துள்ளன. மேலும் நுண்குமிழிப்பை, மைட்டோகாண்டிரியங்கள்,

எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல், வெளிர் கணிகங்கள் ஆகியவற்றோடு முழுவளர்ச்சியடைந்த உட்கருவும் காணப்படுகின்றன. சல்லடைக் குழாய் செல்லில் நடைபெறும் உணவு கடத்தும் வேலைக்கு உயிர்ப்புத்தன்மை கொண்ட துணை செல்களே துணை புரிகின்றன. சல்லடைக் குழாய் அங்கங்களும், துணை செல்களும் ஒரு தாய் செல்லிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படுவதால் இவை இரட்டையர் (Twins) எனப்படும். சல்லடை அங்கம் செயலற்றுப் போகும் போது துணை செல்களும் தம் உயிர்புத் தன்மையை இழந்து செயலற்று விடுகின்றன, அரிதாக கூடுதல் காலத்திற்கு நீடிக்கின்றன.

∴புளோயம் பாரங்கைமா: - ∴புளோயத்தில் அமைந்துள்ள பாரங்கைமா செல்களின் செல்சுவர் செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் பொருட்களால் ஆனது. இரண்டாம் ∴புளோயத்தில், சைலத்தில் காணப்படுவது போன்ற நெடுக்குப் போக்கில் அமைந்த அச்சுப் பாரங்கைமாவும் ஆரப்போக்கில் அமைந்த கதிர் பாரங்கைமா செல்களும் உள்ளன. இவை முறையே வாஸ்குல கேம்பியத்தில் அமைந்துள்ள கூம்புமுனைத் தோற்றிவிகளிலிருந்தும் கதிர் தோற்றுவிகளிலிருந்தும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. ∴புளோயம் கதிர்கள் உணவுப் பொருட்களை குறுக்குப் போக்கில், அதாவது புறப்பகுதியிலிருந்து உள்நோக்கியோ, உட்பகுதியிலிருந்து வெளி நோக்கியோ கடத்தும் வேலையைச் செய்கின்றன. மேலும் ∴புளோயம் கதிர் பாரங்கைமா செல்கள், தண்டில் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது அடுத்தடுத்து பெரிடெர்ம் அடுக்குகள் தோற்றுவிக்கப்படும் போது பக்க ஆக்குத் திசுவாகிய ∴பெல்லோஜனை தோற்றுவிக்கிறது. பொதுவாக, ∴புளோயம் பாரங்கைமா செல்கள் தரசம், கொழுப்பு, எண்ணெய் பொருட்கள், டேனின், ரெசின்கள், படிகங்கள் ஆகியவற்றை சேமித்துவைத்துள்ளன. சல்லடை மூலக்கூறுகள் செயலற்றுப் போகும்போது இப்பாரங்கைமா செல்சுவர்களில் லிக்னின் படிவதால் தடிப்புற்று விடுகின்றன.

∴புளோயம் ஸ்கிளீரங்கைமா (Phloem sclerenchyma): - ∴புளோயத்தில் இருவகையான ஸ்கிளீரங்கைமா செல்கள் காணப்படலாம். அவை 1. **புளோயம் ஸ்கிளீரைடுகள்** (Phloem sclereids) - இவை பெரும்பாலும் கல்செல்கள் வகையைச் சார்ந்தவை. 2. **நார் ஸ்கிளீரைடுகள்** (Fibre – Sclereids) - இவை நீண்ட அகலம் குறைந்த செல்களாகும் (படம்.3.10).

∴புளோயம் நார்செல்கள் (Phloem Fibres, படம். 3.16): - இச்செல்கள் நீண்ட கூர்முனை கொண்ட செல்கள். இரண்டாம் செல் சுவர்களில் லிக்னின் படிவதால் செல்சுவர் தடிப்புற்றிருக்கும். குறுகிய உட்கூடு

கொண்டது. பெரும்பாலும் எளிய குழிகளே நார் செல்சுவர்களில் காணப்படும். அரிதாக வரையுற்ற குழிகளும் காணப்படலாம். சில தாவரங்களில் நார் செல்கள் முதிர்ச்சியடைந்த பின் சில குறுக்குச் சுவர்கள் தோன்றும். இதனால் செல் பல அறைகளாகத் தடுக்கப்படும். இவ்வகை தடுப்புச்சுவர் நார்செல்களில் உட்கருவும், தரசம் போன்ற சேமிப்புப் பொருட்களும் காணப்படுவதுண்டு. இதனால் இவை நெடுக்குப் போக்கில் அமைந்த பாரங்கைமா செல்களுக்கு ஒப்பானவை. பொதுவாக ஃபுளோயம் ஸ்கிளீரங்கைமா, ஃபுளோயம் திசுவிற்கு உறுதி தரவும், பாதுகாக்கவும் அமைந்துள்ளது. பெரும்பான்மையான ஃபுளோயம் நார்செல்கள் பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. ஊறுதியான நார்கள் ஃபுளோயத்தில் இருந்து கிடைக்கிறது. பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த நார் செல்கள் உடைய தாவரங்களை ஸ்கிளீரன்கைமா அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

4. புறத்தோல் (Epidermis)

தாவரங்களில் வேர், தண்டு, இலை, பூ, காய், கனி ஆகிய பாகங்கள் அனைத்தும் புறத்தோல் திசுவால் சூழப்பட்டுள்ளன. இவ்வடுக்கு ஒரு வரம்பு அடுக்காகவும், பாதுகாப்பு அடுக்காகவும் செயல்படுகிறது. முதிர்ந்த தண்டு, வேர்களில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுவதால், புறத்தோல் அகற்றப்பட்டு இரண்டாம் நிலை பாதுகாப்புப் பகுதியான பெரிடெர்ம் உண்டாகிறது. புறத்தோல் திசுத்தொகுப்பில் உள்ள செல்கள் அனைத்தும் ஒரே மாதிரியாக இல்லாமல் பலதரப்பட்ட செல்களால் ஆனது. இதில் புறத்தோல் செல்கள், புறத்தோல் தூவிகள், காப்பு செல்கள், உடனுறு செல்கள் ஆகியவை அமைந்திருக்கும்.

அ. புறத்தோல் திசு

பெரும்பாலான தாவரங்களில் புறத்தோல் திசு ஒரே ஒரு அடுக்காக உள்ளது. ஆனால், ஒரு சில தாவரங்களில் புறத்தோல் பல அடுக்குகளாக அமைந்திருக்கும். அது பல அடுக்குப் புறத்தோல் (Multiple epidermis) என அழைக்கப்படும் (படம்.4.4I). பல அடுக்கு புறத்தோலில் உள்ள எல்லா அடுக்குகளையும் புரோட்டோடெர்ம் தோற்றுவிகளே தோற்றுவிப்பதால் அது பலவரிசைப் புறத்தோல் (Multiseriate epidermis) எனவும் அழைக்கப்படும் (படம்.4.4II). பல வரிசைப் புறத்தோல் *ஃபைகஸ்* இலை (*Ficus*), மோரேசி (Moraceae), பெகோனியேசி (Begoniaceae), *அனபாசிஸ் ஆர்டிக்குலேட்டா* (*Anabasis articulate*) போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. ஆர்க்கிடேசி (Orchidaceae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த தொற்றுத் தாவரமாகிய *வாண்டா* (*Vanda*) தாவரத்தின் காற்று வெளிவேர்களில் காணப்படும் **வெலாமன்** (Velamen) திசுவும் பல வரிசைப்புறத்தோல் வகையைச் சார்ந்ததாகும் (படம். 4.4-II). சில தாவரங்களில் புறத்தோல் அடுக்கையடுத்து, அதற்குக் கீழே, இலையின் ஆதாரத் திசுவினின்றும் மாறுபட்ட செல்அடுக்கு காணப்படலாம். இதற்கு புறத்தோலடி அடுக்கு (Hypodermis) என்று பெயர், இது ஆதாரத்திசுத் தோற்றுவியிலிருந்து உருவாக்கப்படுகிறது.

புறத்தோல் செல்கள்: - இச்செல்கள் அமைப்பிலும், வடிவத்திலும் வேறுபட்டிருந்தாலும், செல் இடைவெளிகள் ஏதுமின்றி நெருக்கமாய் அமைந்துள்ளன (படம்.4.2.1). தட்டையான, நீள் சதுர வடிவில் உள்ள இச்செல்கள் நேர்குத்து வரிசையில் அடுக்கப்பட்டுள்ளது போல் காணப்படும் (படம்.4.1A,B,C). புறத்தோல் செல்சுவர் செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ், பெக்டின் போன்றவற்றாலான மெல்லிய படலமாகும். ஆனால் செதில் இலை, விதையுறைகளில் காணப்படும் புறத்தோல் செல்கள் லிக்னின் / குயூட்டின் படிந்து தடிப்புற்றுள்ளது. அதன் மேல் குயூடின் அடுக்கு (Cutin) அழுத்தமான படலமாகக் காணப்படும். குயூடின் அதிக அளவு கொழுப்பு மூலப்பொருட்களைக் கொண்டது. இது குயூடிகிள் (Cuticle) படலம் எனப்படும். இப்படலம் படியும் போது ஒரே சீராகவோ, கரடுமுரடாகவோ, வரிப்பள்ளங்களோடோ அல்லது மேடுகளோடோ படியலாம் (படம்.4.1A, B). இது இரு அடுக்காலானது. வெளியஅடுக்கு குயூடின் மட்டும் படிவதாலும், உள்ளடுக்கு செல்லுலோஸ் நுண்நார் இழைகளினூடே குயூடின் படிவதாலும் உண்டாகிறது. குயூடின் நீராவிப் போக்கைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு அடுக்காகவும் நுண்ணுயிர்க் கிருமிகள் உட்செல்லாதவாறு தடுக்கும் ஒரு பாதுகாப்பு அடுக்காகவும் செயல்படும். ஒரு சில தாவரங்களில் குயூடின் படலத்தின் வெளிப்புறம் மெழுகு சிறு மணிகளாகவோ, குச்சி போன்ற அமைப்பிலோ, வேறு சில அலங்காரப் பாங்குகளிலோ அல்லது ஒரேசீராகவோ படிந்து காணப்படலாம் [உ.ம்: *பிராசிகா* (***Brassica***), *சக்காரம்* (***Saccharum***)]. இவ்வடுக்கு குயூட்டில் மேல்அடுக்கு (epicuticular layer) எனப்படும். ஒரு சில தாவரங்களில் உப்புப்படிகங்கள், எண்ணெய், பிசின், சிலிகா உப்பு, லிக்னின், மியூசிலேஜ் போன்றவையும் படிந்து காணப்படலாம். புறத்தோலின் உப்புறச்சுவர்களில் முதன்நிலை குழிப்பகுதிகளும், பிளாஸ்மோடெஸ்மாக்களும் உள்ளன. ஒரு சில புறத்தோல் செல்களில் வெளிப்புற செல்லுலோஸ் செல்சுவர்களுக்கு இடையே நுண்நார் இழைகள் அமைந்துள்ள மெல்லிய இடைவெளிகள் காணப்படும். இவை எக்டோடெஸ்மாக்கள் (Ectodesmata) அல்லது டெய்கோடுகள் (Teichodes – Franke, 1971) எனப்படும். குயூடின் படலத்தின் வெளிப்புறம் படியும் மூலப்பொருட்கள் எக்டோடெஸ்மாக்கள் மூலம் கடத்தப்படக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. புறத்தோல் செல்களில் மிகப்பெரிய நுண்குமிழ் பைகளும், வெளிர்கணகங்களும், எண்ணற்ற மைட்டோகாண்ட்ரியங்களும், எண்டோபிளாசவலை, ஸ்.'.பீரோசோம், கால்ஜி உடலங்களும் உள்ளன.

புல் போரன்ற ஒருவித்திலை தாவர இலைகளில் புறத்தோல் செல்கள் இருவேறு அளவில் உள்ளன. ஒன்று மிக நீளமாய் அமைந்து நீண்ட செல் (Long cell) எனவும் அதன் தொடர்ச்சியாக அடுத்து அமைந்துள்ளது குறுகிய செல் (Short cell) என்றும் அழைக்கப்படும் (படம்.4.2). குறுகிய செல்களில் இருவகை உள்ளது. ஒன்று சுபரின் படிந்துள்ள கார்க் செல்கள், அடுத்தது சிலிகா மணிகள் படிந்த சிலிகா செல்கள் ஆகும் (படம்.4.2II). மேலும் புல்தாவர புறத்தோலில் மிகப்பெரிய பாரங்கைமா செல்கள் தொடர் வரிசையிலோ அல்லது தொகுப்புக்களாகவோ காணப்படலாம். நீரின் செறிவு இச்செல்களில் அதிகம் காணப்படும். இவை பெருத்தவடிவ (Bulliform) அல்லது இயக்கலாற்றல் (Motor) செல்கள் எனப்படும் (படம்.4.4III). இவ்வகைச் செல்கள் அமைந்திருப்பது பல ஒரு வித்திலை தாவர இலைகளுக்குரிய சிறப்புப் பண்பாகக் கருதப்படுகிறது.

ஒரு சில புறத்தோல் செல்களில் கால்சியம் ஆக்ஸலேட், கால்சியம் கார்பனேட் படிகங்கள் பல்வேறு வடிவங்களில் படிந்து ஒரு காம்பு போன்ற அச்சின் நுனியில் அமைந்திருக்கும் (படம்.1.7). திராட்சைக்கொத்து அமைப்பிலுள்ள கேல்சியம் கார்பனேட் படிகங்களுக்கு சிஸ்டோலித் (Cystolith) என்றுப் பெயர் [உ.ம்: *Ficus* – leaf (*ஃபைகஸ்* இலை, படம். 1.7)]. சில தாவரங்களில் கோள அமைப்பு கொண்ட சிஸ்டோலித்கள் ஒரு சிறுகாம்புடன் காணப்படும். இரண்டு அடுத்துள்ள செல்களின் பொதுச்சுவரின் மேல் இரு சிஸ்டோலித்கள் உடுக்கை அமைப்பிலும் (Double cystolith) காணப்படலாம் [குக்கர்பிட்டேசி - ***Cucurbitaceae***]. மோரேசி (Moraceae), அகான்தேசி (Acanthaceae) போன்ற குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவர இலைகளில் உடுக்கை சிஸ்டோலித் காணப்படுகிறது (படம்.1.8,9). சிஸ்டோலித் அமைந்துள்ள செல்கள் சுவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள இதர செல்களினின்று உருவத்திலும், அளவிலும் மாறுபட்டிருந்தால் அவை லித்தோசிஸ்ட் (Lithocyst) எனப்படும்.

புறத்தோல் வளரிகள்: - இவைகள் புறத்தோல் செல்களிலில் இருந்து வெளிப்புறமாக விரல் போன்ற நீட்சிகளாகக் காணப்படும். இது ஒரு செல் அல்லது பல செல்களால் ஆக்கப்பட்டு, புறத்தோல் வளரிகள் அல்லது புறத்தோல் தூவிகள் (Trichomes) என அழைக்கப்படுகிறது (படம்.4.6.1-7). புறத்தோல் தூவிகளில் சில சுரக்கும்

அமைப்புக்களாகவோ, முட்களாகவோ, கோள அமைப்பு கொண்டோ காணப்படலாம். புறத்தோல் தூவிகளில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

1. **சுரப்பிகள் அல்லாத தூவிகள்:** இவை ஒரு செல் (படம்.4.9.-7) அல்லது பல செல்களால் அமைந்திருக்கும் (படம்.4.6.-1,2). பல செல்களாலான தூவிகளில் செல்கள் ஒரு வரிசை அல்லது பலவரிசைகளில் அமைந்திருக்கும். சில புறத்தோல் தூவிகள் வடிவத்தில் தட்டையாகவோ (படம்.4.6.-5), குமிழ் அல்லது பலூன் (படம்.4.6.-6) அமைப்பிலோ இருப்பதுண்டு. சில தூவிகள் பல செல்கள் சேர்ந்த செதில் அமைப்பிலும், 'V' அமைப்பிலும், நட்சத்திர வடிவிலும் (படம்.4.6.-4), பக்கக்கிளைகளுடன் கிளைத்த (படம்.4.6.-3, படம்.4.9,-8,9) தூவிகளாகவும் காணப்படலாம்.

2. **சுரப்பித் தூவிகள்:** இவை நீர்மங்களைச் சுரக்கக்கூடிய தன்மை கொண்ட செல்களால் ஆனவை (படம்.4.6.-7). உப்பு நீர் சுரப்பிகள், தேன் சுரப்பிகள், டெர்பீன் சுரப்பிகள், பசை, மியூசிலேஜ் சுரப்பிகள், கரிம, கனிம பொருளைச் சுரக்கும் அமைப்புகள், ஹைடதோடு (நீர்வடிகால் வளரிகள், படம்.4.3) வளரிகள் என பலவகைப்படும். ஹைடதோடு (நீர்வடிகால்) வளரிகள் போயேசி, ஆரேசி, ரனென்குலேசி, பப்பாவெரேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

ஹைடதோடுகள் இலைகளில் சேரும் அதிகப்படியான நீரைத் திவலைகளாக வெளியேற்றுகிறது. இவை இலைப்பரப்பு முழுவதுமோ அல்லது விளிம்பிலோ அல்லது நுனியிலோ காணப்படலாம். ஒவ்வொரு ஹைடதோடிலும் நீர்த்துளை, எப்பிதெம் (epithem), டிரக்கீடுகள் போன்றவை அமைந்திருக்கும் (படம்.4.3). குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும்போது புறத்தோலின் விளிம்பில் நீர்த்துளை காணப்படும். இது இலைதுளையின் மாற்றுருவாகும். ஆயின் எப்போதும் திறந்த வண்ணம் காணப்படும். நீர்த்துளை ஒரு காற்றறையோடு தொடர்புற்றிருக்கும். இக்காற்றறை ஒரு அடுக்கு அல்லது இரு அடுக்கு சமபக்க செல்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். இதன் தொடர்ச்சியாக எபிதெம் அடுக்கு உள்ளது. இதில் எளிய வகை பாரங்கைமா செல்கள் இடைவெளிகளோடு காணப்படும். இவை கடத்தி செல்கள் (transfer cell) என்றும் அழைக்கப்படும். இதன் தொடர்ச்சியாக டிரக்கீடுகள் காணப்படுகின்றன. டிரக்கீடுகளில் வந்து சேரும் அதிகப்படியான நீர் எபிதெம் மூலமாக

வெளியேறி நீர்த்துளை வழியாக நீர்த்துளி அல்லது திவலைகளாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இது இலை நீர் வடிகால் (Guttation) எனப்படும்.

ஒரு சில தூவிகள் நச்சுப் பொருட்களை சுரந்து தற்காத்துக் கொள்ளும் தன்மை கொண்டது. பூச்சியுண்ணும் தாவரங்களில் உள்ள இலையில் சுரப்பித் தூவிகள் பூச்சிகளைப் பிடித்து அழித்துத் தேவையான நைட்டிரஜன் பொருட்களை உறிஞ்சிக்கொள்ளும் தன்மை கொண்டவை.

வேர்களில் காணப்படும் புறத்தோல் அடுக்கின் தூவிகள், **வேர்த்தூவி** எனப்படும். இது ஒரு செல்லால் ஆனது. செல்லின் நடுவில் பெரிய நுண்குமிழ்பை காணப்படும். சவ்வூடு பரவல் மூலமாக நீரையும், கனிமங்களையும் உள்ளீர்த்து வேர்பாகங்களுக்கு செலுத்தும். வேர்கள் பலவற்றில் டெர்மடோஜெனிலிருந்து பெறப்படும் வேர்புறத்தோல் காணப்படுவதில்லை, எனினும் இங்கு புறத்தே அமைந்த புறணி அடுக்கு, **வேர்த்தூவியை** வளர்த்துக் கொண்டு, புறத்தோல் போன்று **செயல்படுகிறது.** இதன் காரணமாக இது வேர்புறத்தோல் (rhizodermis) **என்று அழைக்கப்**படுகிறது. வரம்பு அடுக்காக காணப்படும் இவ்வடுக்கு **எபிப்ளெம்மா என்றும்** அழைக்கப்படும்.

ஆ. இலைத்துளைகள்

காற்றுத் துளைகள்: (இலைத்துளைகள்) : காற்றுப் பரிமாற்றத்திற்காக தாவரங்களில் இளம் தண்டு, இலைக்காம்பு, இலைகளில் இருபுற குவிவடிவ **நுண்**துளைகள் காணப்படும். இவைகளே காற்றுத் துளைகள் எனப்படும். இவ்விருபுற குவிவடிவ நுண்துளைகள் இலைகளில் அதிகமாக காணப்படுவதாலும், சிறந்த முறையில் இலைகளில் செயல்படுவதாலும் இவைகள் **இலைத்துளைகள்** என்றே பொதுவாக அழைக்கப்படுகின்றன.

இருபுற குவிவடிவான நுண்துளைகளின், இருபக்கமும் அவரைவிதை வடிவான சிறப்புச் செல்கள் சூழ்ந்திருக்கும். இவை காப்பு செல்கள் (Guard cells) எனப்படும். ஒரு சில தாவரங்களில் இக்காப்பு செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள செல்கள் இதர புறத்தோல் செல்களிலிருந்து வேறுபட்டு காணப்படுவதால் இவை **உடனுறு செல்கள்** (Subsidiary cells / Accessory cells) எனப்படும் (படம்.4.5I). காப்பு செல்களின் உட்புற சுவர் தடிப்புற்றும், வெளிப்புறம் தடிப்பற்றும் காணப்படும். புறத்தோலில்

காப்பு செல்கள் மட்டுமே பசும்கணிகங்களைப் பெற்று உணவு தயாரித்தலை செய்வதால் இச்செல்லின் . சுவர்கள் விரைப்பு அழுத்தத்தோடு (Turgor Pressure) உள்ளது. காப்புசெல்களில் ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் தயாரிக்கப்பட்ட தரசம் நீராற்பகுபட்டு சர்க்கரையாக மாறுகிறது. இதன் காரணமாக, மற்ற புறத்தோல் செல்களிலிருந்து நீர் காப்பு செல்களால் உறிஞ்சப்படுவதால் இச்செல்களின் சுவர்கள் விரைப்பு அழுத்தம் கொள்கின்றன. செல்களின் சுவரில் விரைப்பு அழுத்தம் அதிகரிக்கும் போது, அதாவது வெளிப்புற சுவர் விரிவடைவதால், உட்புற சுவர் உள்ளீர்க்கப்பட்டு துளைகள் திறந்த வண்ணமும், சுவர்களில் விரைப்பு அழுத்தம் குறையும் போது தளர்நிலையடைவதால் துளைகள் மூடிய வண்ணமும் காணப்படும். ஒவ்வொரு இலைத்துளையும் ஒரு காற்றறையோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கும். ஒளியின் செறிவிற்கு ஏற்றாற் போல் இலைத்துளை இயங்குகிறது. ஒளியின் செறிவு அதிகமாக இருக்கும் போது (பகல் நேரம்) இலைத்துளை திறந்த வண்ணமும், ஒளியின் செறிவு குறையும் போது (இரவு நேரம்) மூடிய வண்ணமும் காணப்படும். இலைத் துளைகளின் மூலம் ஒளிச்சேர்க்கை, நீராவிப்போக்கு, சுவாசித்தல் ஆகிய வாழ்வியல் நிகழ்ச்சிகள் சிறப்பான முறையில் எளிதே நிகழ்கிறது. ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் காப்பு செல்கள் உடுக்கை வடிவத்திலுள்ளன (படம்.4.5II).

இலைகளில் இலைத்துளைகள் மேற்புறத் தோலை விட, அடிப்புறத் தோலில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. ஆனால் மிதக்கும் நீர்வாழ்த் தாவரங்களில் மேற்புறத்தோலில் மட்டுமே இலைத்துளைகள் காணப்படுகின்றன. மேற்புறத் தோலில் மட்டும் இலைத்துளை காணப்பட்டால் அது எபிஸ்டோமாடிக் இலை என்றும், அடிப்புறத்தோலில் மட்டும் காணப்பட்டால் அது ஹைபோஸ்டோமாடிக் இலை எனவும் அழைக்கப்படும். இலையின் இருபக்கங்களிலும் இலைத்துளைகள் அமைந்திருந்தால் அது "ஆம்.'.பிஸ்டோமாடிக்" இலை எனப்படும். பொதுவாக இலைத்துளைகள் இலைப்பரப்பிற்கு சமமாகவோ அல்லது சற்று மேலெழுந்த நிலையிலோ காணப்படும். பலவரிசைப் புறத்தோலில் காற்றுத்துளைகள் சற்று உட்பொதிந்து அமைந்திருக்கும். இது உட்பொதிந்த இலைத்துளை (Sunken stomata) எனப்படும். இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு கொண்ட இலைகளில் இலைத்துளைகளும் இணைப்போக்கில் சம இடைவெளிகளோடு காணப்படும்.

ஒரு சதுர மில்லிமீட்டர் பரப்பிற்கு ஒவ்வொரு இலையிலும் இலைத்துளையின் எண்ணிக்கை வேறுபட்டுக் காணப்படும்.

இவ்வெண்ணிக்கை அடிப்படையில் "இலைத்துளை குறியீட்டு எண்ணைக்" (Stomatal Index) கண்டுபிடிக்கலாம். இலைத்துளை குறியீட்டு எண் ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் வேறுபட்டு தனித்தன்மை கொண்ட சிறப்புப் பண்பாகும். இதனால், வகைப்பாட்டியலில் பேரினங்கள், சிற்றினங்களின் அளவில் காணப்பட்ட சில ஐயப்பாடுகள் தீர்க்கப்பட்டுள்ளன. புறத்தோலில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலகுப் பரப்பில் உள்ள இலைத் துளைகளின் எண்ணிக்கைக்கும், அதே பரப்பில் அமைந்துள்ள புறத்தோல் செல்களின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள தொடர்பே இலைத்துளை குறியீட்டு எண் ஆகும். கீழ்க் கண்ட முறையில் இதனைக் கணக்கிடலாம்.

[Stomatal Index - இ. கு. எண்]

$$\text{இலைத்துளை குறியீட்டு எண்} = \frac{\text{இலைத் துளை எண்ணிக்கை} \times 100}{\text{புறத்தோல் செல்களின் + இ. துளை எண்ணிக்கை}}$$

இலைத்துளையின் தோற்றம் (படம்.4.7) : - நுனி ஆக்குத் திசுவில் அமைந்துள்ள புரோட்டோடெர்ம் தோற்றுவிகளே இலைத் துளைகளுக்கு ஆதாரமான காப்பு தாய் செல் தோற்றுவிகளை உருவாக்குகிறது. தோற்றத்தின் அடிப்படையில் இலைத் துளைகள் மூன்று வகைப்படும். முதலாவது வகையில் இலைத்துளை தாய் செல், காப்பு செல்களையும் உடனுறு செல்களையும் தோற்றுவிக்கும். இது **மீசோஜீனஸ்** (Mesogenous) வகை எனப்படும் (படம்.4.7A). இலைத்துளை தாய் செல் காப்பு செல்களை மட்டும் தோற்றுவித்து, உடனுறு செல்கள் புறத்தோல் செல் தோற்றுவிகளில் இருந்து தோற்றுவிக்கப்பட்டால் அது **பெரிஜீனஸ்** வகை (Perigenous) எனப்படும் (படம்.4.7B). இலைத்துளை தாய் செல் இருகாப்பு செல்களையும், ஒன்று அல்லது இரண்டு உடனுறு செல்களையும் தோற்றுவித்து, மற்ற உடனுறு செல்கள் புறத்தோல் செல் தோற்றுவிகளிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்பட்டால் அது **மீசோபெரிஜீனஸ்** (Mesoperigenous) வகை எனப்படும் (படம்.4.7C). உடனுறு செல்கள் மற்ற புறத்தோல் செல்களிலிருந்து அமைப்பிலும், செல்லடக்கப் பொருளிலும் வேறுபட்டுள்ளன. புறத்தோல் செல்களோடு ஒப்பிடும் போது இவை சிறியதாகவும், அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசத்தையும் பெற்றிருக்கும்.

இருவித்திலை தாவர இலைகளில் காப்பு செல்களை சூழ்ந்துள்ள உடனுறு செல்கள் அமைந்திருப்பதன் அடிப்படையில் இலைத்துளைகள் நான்கு வகையாக பிரிக்கப்பட்டடுள்ளன (Metcalf & Chalk, 1950).

1. **அனேமோசைடிக் வகை:** - இவ்வமைப்பில் காப்பு செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள செல்கள் அமைப்பிலும், வடிவத்திலும் புறத்தோல் செல்களை ஒத்துக் காணப்படும். இதனால் இலைத்துளையைச் சுற்றி உடனுறு செல்கள் என்று குறிப்பிட்டுக் காட்டுமளவிற்கு வேறுபட்ட செல்கள் இல்லை. இவ்வகை இலைத்துளை இரெனென்குலேசி குடும்பத்தில் காணப்படுவதால் **இரனென்குலெசி** வகை என்றும் அழைக்கப்படும் (படம்: 4.8,A 4.9.1 . எ.கா. ஜெரானியேசி, கப்பாரேசி, குக்கர்பிட்டேசி)

2. **அனைசோசைடிக் வகை:** - இவ்வகையில் காப்பு செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள உடனுறு செல்கள் மூன்றும் வெவ்வேறு அளவில் காணப்படும். ஒன்று சிறியதாகவும், ஒன்று நடுத்தரமானதாகவும், ஒன்று பெரியதாகவும் உள்ளன. இது குருசி.ஃ.பெரே வகை என்றும் குறிப்பிடலாம் (படம்: 4.8,B 4.9.2, எ.கா. *நிகோட்டியானா, சோலானம், சீடம்*).

3. **பாராசைடிக் வகை:** - இதில் காப்பு செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள இரண்டு உடனுறு செல்களும், காப்பு செல்களின் அச்சுக்கு இணையாக அமைந்துளளன. இது ரூபியேசி குடும்பத்தில் காணப்படுவதால் **ரூபியேசி** வகை எனவும் கூறப்படும் (படம்: 4.8.C, 4.9.4) மேக்னோலியேசி, கன்வால்வுலேசி, மைமோசேசி).

4. **டையசைடிக் வகை:** - இதில் காப்பு செல்களைச் சூழ்ந்துள்ள இரண்டு உடனுறு செல்களும் காப்புசெல்களின் நீள்அச்சுக்கு நேர் செங்குத்துக் கோணத்தில் அமைந்துள்ளன. கேரியோ.ஃ.பிலலேசி குடும்பத்தில் காணப்படும். இது **கேரியோ.ஃ.பில்லேசி** வகை என்றும் அழைக்கப்படுகிறது (படம்: 4.8.D, 4.9.3) எ.கா. அகாந்தேசி).

பெரும்பாலான இருவித்திலை தாவரக் குடும்பங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை இலைத்துளை காணப்படுகிறது. எனினும் ஒரு சில குடும்பத்தாவரங்களில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வகை காணப்படலாம். ஒருசில சிற்றினங்களிலும் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட இலைத்துளை

வகைகளைக் காணலாம். ஒரே இலையிலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வகைகள் காணப்படலாம்.

ஒருவித்திலை தாவரங்களில் இலைத்துளைகள் நான்கு வகையாகப் பிரித்தறியப்பட்டுள்ளது (Stebbins & Khush, 1961).

வகை 1. காப்பு செல்களை நான்கு அல்லது ஆறு செல்கள் சூழ்ந்த வண்ணமிருக்கும். இவ்வகை மியூசேசி, காமிலினேசி, கேனேசி குடும்பங்களில் காணப்படும் (படம்: 4.8.F. 4.9.6).

வகை 2. நான்கு அல்லது ஆறு உடனுறு செல்கள் காணப்படும். இவற்றில் இரண்டு பெரியதாகவும், தொட்டி அமைப்பிலும் இருந்து காப்பு செல்களுக்கு மேலும், கீழுமாக அமைந்திருக்கும். மற்றவை பக்கவாட்டில் இணையாக சூழ்ந்திருக்கும். இவ்வகை அரிக்கேசி பாமே, பான்டானேசி குடும்பத் தாவர இலைகளில் காணலாம் (படம் 4.8J).

வகை 3. இரண்டு உடனுறு செல்கள் மட்டுமே அமைந்து காப்பு செல்களுக்கு பக்கவாட்டில் இணையாக அமைந்திருக்கும். இவ்வகை சைப்பரேசி, போயேசி ஆகிய குடும்பங்களைச் சார்ந்த தாவர இலைகளில் உள்ளது (படம். 4.9.5). இது பெரும்பான்மையான ஒரு வித்திலை தாவரங்களில் காணப்படுகின்றது.

வகை 4. காப்பு செல்கள், புறத்தோல் செல்களால் சூழப்பட்டு உடனுறு செல்கள் இல்லாமல் காணப்படும். இவ்வகை லில்லியேசி, அமாரிலிடேசி, ஆர்க்கிடேசி ஆகிய குடும்பங்களைச் சார்ந்த இலைகளில் காணப்படும்.

இவை மட்டுமல்லாது குறிபிடத்தக்க சில இலைத்துளை வகைகளும் உண்டு. **ஹெமிபாராசைடிக்** வகையில் ஒரே ஒரு உடனுறு செல் இணையாக காணப்படும் **ஆக்டினோசைடிக்** வகையில் (படம்.4.8.E) நான்கு அல்லது நான்கிற்கும் மேற்பட்ட உடனுறு செல்கள் காப்பு செல்களை சூழ்ந்த வண்ணம் ஆரப்போக்கில் காணப்படுகிறது (எ.கா. *டெட்ராசெண்டிரான், ஆன்சிஸ்டிரோகிளோடஸ் - Ancistrocladus*) **சைக்ளோசைடிக்** வகையில் ஆறுக்கும் மேற்பட்ட உடனுறு செல்கள், ஒன்று அல்லது இரண்டு வளையங்களாகச் சூழ்ந்திருக்கும் (எ.கா. *லும்னிட்சீரா - Lumnitzera*) டெட்ராசைடிக் வகையில் நான்கு உடனுறு செல்களில் இரண்டு பக்கவாட்டில் காப்பு செல்களுக்கு இணையாகவும்

இரண்டு இரு துருவங்களிலும் காணப்படும் (எ.கா. *ரீயோ* - *Rhoeo*). **ஆக்சிலோசிடிக்** வகையில் உடனுறு செல்லின் ஒரு பக்கமாக காப்பு செல் உள்ளது (படம்.4.8G). **யூபெரிமீசோஜீனஸ்** வகை மிதக்கும் இலைத்துளை என்றும் அழைக்கப்படும். இதில் காப்பு செல்கள் உடனுறு செல்லுடன் நேர்குத்து சுவரோடு மட்டும் இணைந்திருப்பதால், உடனுறு செல்லில் மிதப்பது போல் காணப்படுகிறது (படம்.4.8H) கோபோலோ **மீசோபெரி ஜீனஸ்** வகையில் காப்பு செல்களை ஒரு புறம் சூழ்ந்த வண்ணமாக அரைவட்ட வடிவில் ஒன்று அல்லது இரண்டு உடனுறு செல்கள் காணப்படுகின்றன (படம்.4.8I). வகைப்பாட்டியலில் குடும்பம், பேரினம், சிற்றினம் அளவில் இலைத்துளையின் அமைப்பு ஒரு முக்கியப் பண்பாகக் கருதப்படுகிறது. இலைத்துளை வகைகள் எண்ணற்றவையாகக் காணப்பட்டாலும் ஒரு சில முக்கியமான வகைகளே இவ்வத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

5. சுரக்கும் அமைப்புகள் (Secretory structures)

தாவர செல்களில் நடைபெறும் உயிர் வேதியியல் செயல்பாடுகளின் (Bio-chemical activities) போது பல்வேறு வேதிப் பொருட்கள் புரோட்டோபிளாசத்தில் இருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை ஆல்கலாய்டுகள், டேனின்கள், டெர்பீன்கள், பிசின், லேடக்ஸ், சுரப்புப் பொருட்கள் (Secretory substances) என பல வகைப்படும். இச்சுரப்புப் பொருட்களை தோற்றுவிக்கும் செல்கள், தூவிகள், தேன் சுரப்பிகள், பிசின் குழாய்கள், லேடக்ஸ் குழாய்கள் போன்றவை சுரக்கும் **அமைப்புகள்** எனப்படும். இச்சுரக்கும் அமைப்புகள் தனித்த செல்களாகவோ அல்லது நீண்ட குழாய்களாகவோ தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புகள் தாவரங்களின் புறத்தோலின் மேற்பரப்பிலோ அல்லது உட்புறத் திசுக்களின் இடையேயோ காணப்படலாம். இவை அமைந்திருக்கும் இடங்களின் அடிப்படையில், புற சுரக்கும் தொகுப்பு (External secretory system) என்றும் அகசுரக்கும் தொகுப்பு (Internal secretory system) எனவும் இருவகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

புறசுரக்கும் தொகுப்புகள் : புறத்தோல் தூவிகள், புறத்தோல் செல்கள், புறத்தோல் அடிஅடுக்குகள் ஆகியவை புற சுரக்கும் அமைப்புகளாகச் செயல்படக் கூடும் (படம்.4.7.6). கற்பூரவல்லி (*Coleus*), புதினா (*Mentha*), துளசி (*Ocimum*) ஆகிய தாவரங்களின் இலைகளில் காணப்படும் புறத்தோல் தூவிகள் மணமுள்ள எண்ணெய் துளிகளைச் சுரக்கும் தன்மையுடையன. *அர்டிகா* (*Urtica*), *ட்ராஜியா* (*Tragia*) போன்ற புறத்தோல் தூவிகளின் அடியில் பல செல்களால் ஆன சுரக்கும் அமைப்புகளும், நீண்ட கூர்மையான தூவிப் பகுதியும் உள்ளன. இவற்றின் நுனிப்பகுதி தோலின் மீது உராயும் போது நச்சுத் தன்மை கொண்ட வேதிப் பொருளை உட்செலுத்திவிடுகின்றன. இதனால் தோலில் எரிச்சலும், ஊறலும் தோன்றுகின்றன. இச்சுரக்கும் அமைப்பு, இத்தாவரங்களின் பாதுகாப்பிற்காக அமைந்துள்ள ஒரு தக அமைவாகும். *டிரசீரா* (*Drosera*), *நெபன்தஸ்* (*Nepanthes*) போன்ற பூச்சியுண்ணும் தாவர இலைகளில் காணப்படும் சுரப்பித் தூவிகள் ம்யூகோபாலிசாக்கரைடுகளையும், புரோட்டியோலிடிக் நொதிகளையும் சுரக்கின்றன. இவ்வேதிப் பொருட்கள் பூச்சிகளைச் சிதைத்து அவற்றிலிருந்து தேவையான நைட்ரோஜன் பொருட்களை உறிஞ்சிக்

கொள்ள ஏதுவாகிறது. *அட்ரிப்ளெக்ஸ்* (*Artiplex*), *டாமரிக்ஸ்* (*Tamarix*) போன்ற உவர் நிலத் தாவர திசுக்களில் தோன்றும் அதிகப்படியான உப்புக்கள் புறத்தோல் தூவிகள் மூலம் வெளியேற்றப்படுகிறது. இவ்வகைத் தூவிகளுக்கு **உப்பு சுரப்பிகள்** (Salt glands) என்றுபெயர். மலர்களில் புல்லி, அல்லி, மகரந்தத்தாள், சூலகம் ஆகியவற்றில் அமைந்துள்ள புற சுரப்பிகள் சர்க்கரைப் பொருள் கலந்த திரவத்தை சுரக்கும் தன்மை கொண்டவை. இச்சுரப்பிகளுக்கு **தேன் சுரப்பிகள்** (Nectaries) என்று பெயர்.

ஒரு சில இலைகளின் விளிம்பு நுனிப்பகுதியில் இலையிடைத் திசுவிற்குப் பதிலாக எபிதெம் (Epithem) என்ற சிறப்பு வகை பாரங்கைமா செல்கள் காணப்படும். இவ்விலைகளின் அதிகப்படியான நீர், எபிதெம் பகுதியில் அமைந்துள்ள நீர்த்துளைகள் வழியாக நீர்த்திவலைகளாக வெளியேற்றப்படும் (படம்.4.3). இவ்வகை நீர்த்துளைகளுக்கு ஹைடதோடுகள் (Hydathodes) என்றுபெயர். இவ்வகையில் நீர் வெளியேற்றப்படுவது **இலை நீர் வடிகால்** (Guttation) எனப்படும். **இலைநீர்வடிகால்** நீர்சுரக்கும் அமைப்பாகக் கருதப்படுகிறது.

அக சுரக்கும் தொகுப்புகள் (Internal secretory system) அக சுரக்கும் அமைப்புகள் தாவரங்களின் உட்பகுதிகளில் தனித்த சுரக்கும் செல்களாகவோ, நீண்ட குழாய் அமைப்பாகவோ காணப்படுகின்றன.

சுரக்கும் செல்கள் : இவை சுற்றியுள்ள இதர செல்களில் இருந்து மாறுபட்டு, சிறப்புத் தன்மை வாய்ந்த செல்களாக இருக்கும். இவை **இடியோப்ளாஸ்டுகள்** (Idioblasts) எனப்படும். இவை புறணி, ஆதாரத்திசு (பித்) வாஸ்குல கற்றைகளின் இடையிடையே காணப்படுகின்றன. ஒரு சில இடியோப்ளாஸ்டுகள் எண்ணெய் பொருட்களை சுரக்கும் தன்மை (ருட்டேசி குடும்பத் தாவரங்கள்) கொண்டதாகவும், ஒரு சில தாவரங்களில் மைரோசினேஸ் (Myrosenase) நொதிகளை சுரக்கும் தன்மை கொண்டதாகவும் (கப்பாரிடேசி, ரெஸிடேசி குடும்பத் தாவரங்கள்) உள்ளன. இச்செல்கள் நீளமாகவும் கிளைத்தும் காணப்படலாம். டானின் சுரக்கும் செல்கள் **டானிஃபெரஸ் இடியோப்ளாஸ்டுகள்** எனப்படும். இவை ஃபேபேஸி, மிர்டேசி, ரோசேசி, வைட்டேசி ஆகிய குடும்பங்களில் காணப்படுகின்றன. தாவர செல்களில் காணப்படும் படிகங்களும் சுரப்புப் பொருட்களே. கால்சியம் கார்பனேட் படிகங்களாலான **சிஸ்டோலித்** (cytolith) என்ற அமைப்பு *ஃபைகஸ்* இலையின் புறத்தோல் இடியோப்ளாஸ்டுகளில் திராட்சைக் கொத்து

போல் காணப்படுகின்றன. *மோமோர்டிகா* (Momordica – பாகல்) இலையின் புறத்தோல் இடியோப்ளாஸ்டுகளில் சிஸ்டோலித், உடுக்கை அமைப்பில் இரண்டிரண்டாக ஒட்டி காணப்படுகின்றன. கால்சியம் ஆக்சலேட் படிகங்கள் கனசதுரம், கனசெவ்வகம், முக்கோணப்பெட்டகம் கூம்புவடிவம், பிரமீட், சாய்சதுரம், பல்கோணப்பெட்டக அமைப்பு (படம்.1.10) என எண்ணற்ற வடிவங்களில் தனித்தோ அல்லது தொகுப்புக்களாகவோ காணப்படுகின்றன. ஃபெரோனியா, ஈகிள், லெப்டடீனியா போன்ற தாவரத் தண்டு, பட்டைகளில் மேற்கூறிய படிக வகைகளைக் காணலாம். சில தாவரங்களில் நீண்ட குச்சி அமைப்பில் காணப்படும் இவை ஸ்டைலாய்டு (Syloid) படிகங்களாகும். (எ.கா. லாஜெர்ஸ்ட்ரோமியா). சில படிகங்கள் மெல்லிய நீண்ட ஊசி அமைப்பில் உள்ளன. இவை ஊசி வடிவ (Acicular) படிகங்களாகும். அகேவ் தாவரத்தில் இவற்றைக் காணலாம். ஊசி படிகங்கள் ஒன்று சேர்ந்து கற்றைகளாக காணப்பட்டால் அவை ராஃபைடுகள் (Raphides) எனப்படும். போர்ஹாவியா இலை, டிரசீனா தண்டின் தளத்திசு, மொரிண்டா தண்டுப்பட்டைகளில் ராஃபைடுகள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. சில படிகங்கள் கூர்முனைகள் கொண்ட முப்பட்டக வடிவத்தில் அமைந்து ஒரு தொகுப்பாக கோள அமைப்பிலுள்ளன. இவை ட்ருசஸ் (Druses) எனப்படும். ஐட்ரோஃபா, ஏர்வா, அகிரான்தஸ் போன்ற தாவரங்களின் தண்டுகளில் ட்ருசஸ் படிகங்கள் அதிக அளவில் காணப்படும். சில படிகங்கள் பூவிதழ்களைப் போன்ற வடிவத்திலும் உள்ளன. இவை ரோஸெட் (Rosette) படிகங்களாகும். கேரிசா, ஆடதோடா, வைடக்ஸ் போன்ற தாவர இலைகளில் ரோஸட் படிகங்கள் உள்ளன. ஒரு சில படிகங்கள் நுண் துகள்கள் போன்று காணப்படும். இவை மணல் படிகங்கள் (Sand crystals) எனப்படும். சோலனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் மணல்படிகங்களைக் காணலாம். படிகங்களை போலரைஸ்டு நுண்நோக்கியில் காணும் போது அவற்றின் புற அமைப்பு, அமைவிடம், எண்ணிக்கை, அகியவற்றை அறிய முடியும் (படம்.1.10). வகைப்பாட்டியலிலும், மருத்துவ தாவரங்களை அறிந்து கொள்வதிலும் படிகங்கள் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன.

சுரக்கும் குழாய்கள் : இக்குழாய்கள் தாவரங்களில் இரு முறைகளில் உருவாகின்றன. அவையாவன 1. சிதைவுறுதல் முறை (Lysogenous method): நெடுக்கு வரிசையில் அமைந்த செல்கள் சிதைவுற்று நீண்ட சுரக்கும் குழலாக தோன்றுதல், 2. விலகுதல் முறை (Schizogenous method) :நெடுக்கு வரிசையில் அமைந்த செல்கள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகி நீண்ட சுரக்கும் குழல் தோன்றுதல். *சிட்ரஸ் காஸிபியம்*

போன்ற தாவரங்களில் சிதைவுறுதல் முறையிலும், *யூகலிப்டஸ்* போன்ற தாவரங்களில் விலகுதல் முறையிலும் சுரக்கும் குழாய்கள் தோன்றுகின்றன. விலகுதல் முறை குழாயின் உட்பரப்பில் சுரக்கும் தன்மை கொண்ட எபிதீலிய அதாவது "சுரப்பு செல்கள்" தோன்றி வரம்பு அடுக்காக அமைகின்றன. இச்சுரப்பு செல்கள் சுரக்கும் பொருட்கள் குழாய்களில் சேமிக்கப்படுகின்றன.

அ. லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் (Laticifers)

லேடிசி.:.பெர்கள் என்பவை லேடக்ஸ் என்ற அடர்வு மிகுந்த திரவம் சுரக்கும் அங்கங்களாகும். லேடக்ஸ் ஒரு கலப்பு கூட்டுப் பொருளாகும். லேடக்ஸ் சுரப்பிகள் தனித்த செல்லாகவோ, அல்லது நீண்டு ஊடுறுவி வளர்ந்த ஒரு குழாயாகவோ காணப்படின் அது எளிய லேடிசி.:.பெர் அமைப்பு (simple laticifer) எனப்படும். ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட செல்கள் இணைந்து நீண்ட குழாய் வடிவில் காணப்படின் அது கூட்டு லேடிசி.:.பெர் அமைப்பு (compound laticifers) எனப்படும்.

லேடக்ஸ் சுரக்கும் அமைப்புகளை (லேடிசி.:.பெர்கள்) அவை தோன்றும் முறை, கிளையுறும் தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கீழ்க்காணுமாறு வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

1. **இணையாத லேடிசி.:.பெர்கள்** (Nonarticulated laticifers, படம். 5.1A) : இவ்வகையில் லேடக்ஸ் தோற்றுவிக்கும் செல்கள் நீண்ட குழாய்களாக இதர செல்களினுடே ஊடுருறுவி வளர்ந்து காணப்படும். இந்நீண்ட குழல்கள் கிளைகள் ஏதும் இல்லாமல் இருப்பின் அவ்வகை இணையாத கிளையுறா லேடிசிபெர்கள் (Nonarticulated laticifer) எனப்படும். அபோசைனேசி, ஆஸ்கிளபியடேசி, யு.:.போர்பியேசி, மோரேசி, அர்டிகேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் இவ்வகை லேடிசி.:.பெர்கள் காணப்படுகின்றன. இணையாத லேடிசி.:.பெர் குழாய்கள் பக்கக் கிளைகளோடு காணப்பட்டால் அவை இணையாத கிளைத்த லேடிசி.:.பெர்கள் (Non-articulated branched) எனப்படும் (படம்.5.1C,D). எ.கா. *யு.:.போர்பியா, நீரியம், .:.பைகஸ், ஆஸ்கிளபியாஸ், செரோபீஜியா, டெராக்சகம்* போன்ற பேரினத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் காணலாம்.

2. இணைந்த லேடிசி.ஃ.பெர்கள் (Articulated laticifers, படம். 5.1B): இவ்வகையில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட செல்கள் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக இணைந்து மிக நீண்ட குழாய் வடிவில் காணப்படும். இது இரண்டு வகையாக காணப்படலாம். இணைந்த லேடிசி.ஃ.பெர்கள் பக்கக்கிளைகள் இல்லாமல் இருப்பின் அவை இணைந்த கிளையுறா வகை (Articulated nonanastomosing) எனப்படும். எ.கா. *மியூசா, அல்லியம், கன்வால்வுலஸ்* போன்ற பேரினங்களில் காணப்படுகின்றன. இணைந்த லேடிசி.ஃ.பெர்கள் பக்கக் கிளைகளைப் பெற்றிருப்பின் அவை இணைந்த கிளைத்த லேடிசி.ஃ.பெர்கள் (Articulated anastomosing) எனப்படும் (படம்.5.1E,F). எ.கா. *சாங்கஸ், சிக்கோரியம், லாக்ட்யூகா, டெராக்ஸகம், கேரிக்கா, மானிஹாட், பப்பாவர், ஆர்ஜிமோன், யூ.ஃபோர்பியா* போன்ற பேரினங்களில் காணப்படுகின்றன.

3. நுண் அமைப்பு (Ultrastructure): லேடிசி.ஃ.பெர்களின் செல்சுவர் முதன்நிலை செல்சுவராக இருப்பினும் தடிப்புற்றிருக்கும். செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ், பெக்டின் பொருட்களால் ஆக்கப்பட்டது. செல்சுவர் நீர்மத்தன்மை (Hydrated) அதிகம் கொண்டது. நெகிழ்ச்சியுறும் தன்மையும், நீளும் தன்மையும் கொண்டது. இளம் லேடிசி.ஃ.பெர் செல்களில் கோல்ஜி உடலங்கள், எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல், ரிபோசோம்கள், சிறிய அளவிலான மைட்டோகாண்டிரியங்கள் ஆகியவை வளரும் நிலையில் காணப்படுகின்றன. முதிர்வடையும் போது இவை அனைத்தும் சிதைந்து மறைந்து விடுகின்றன. இணைந்த வகை லேடக்ஸ் குழாய்கள் பல செல்கள் இணைந்து உண்டாவதால் பல் உட்கரு (சீனோசிடிக்) கொண்டதாகவும், இணையாத லேடக்ஸ் குழாய் உட்கரு தொடர்ந்து பகுப்படைவதால் பல உட்கரு நிலை கொண்டதாகவும் உள்ளன. இளம் நிலையில் சீனோசிடிக் தன்மை கொண்டதாக இருப்பினும் முதிர்வடையும் நிலையில் உட்கருக்கள் மறைந்து விடுகின்றன. சில லேடக்ஸ் குழாய்களில் நுண் குமிழிப்பைகள் டோனோபிளாஸ்ட் சூழ்ந்தவாறு காணப்படும். பெரும்பாலானவற்றில் செல்பொருட்கள் அனைத்தும் மறைந்து லேடக்ஸ் திரவம் மட்டுமே உள்ளது.

லேடக்ஸ் திரவம் பல நிறங்களில் இருக்கும். *இ.ஃபோர்பியா, லாக்டுகா, கலோட்ராபிஸ்* போன்ற தாவரங்களில் பால்போன்று வெண்மை நிறத்திலும், *கன்னாபிஸ்* தாவரத்தில் ஆரஞ்சு நிறத்திலும், *மோரஸ், நீரியம்* போன்ற தாவரங்களில் நிறமற்றும் உள்ளது. லேடக்ஸ்

திரவத்தில் ரப்பர் பொருட்கள், மெழுகு, பிசின், புரதம், எண்ணெய், மியூசிலேஜ், உப்புக்கள், கரிம அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன. பல்வேறு, வடிவங்கள் கொண்ட தரச மணிகள் (கோல்வடிவம், நட்சத்திரம், உடுக்கை, கோளம், எலிப்டிக் வடிவங்களில்) மிகுந்து காணப்படும். ஆஸ்டிரேசி குடும்பத் தாவரங்களில் உள்ள லேடக்ஸ் திரவம் சர்க்கரைப் பொருள் நிறைந்ததாகவும், *மியூசா*வின் லேடக்ஸ் திரவம் டானின் நிறைந்ததாகவும், *பப்பாவர், கேரிகா* தாவரங்களின் லேடக்ஸ் திரவம் ஆல்கலாய்டுகள், புரதச்சிதைவு நொதிகள் நிறைந்ததாகவும் உள்ளன.

சுமார் 20,000 க்கும் மேற்பட்ட தாவரங்களில் லேடக்ஸ் திரவம் காணப்படுகின்றது. தாவரங்களில் லேடக்ஸ் திரவத்தின் செயல்பாடுகள் குறித்து பலதரப்பட்ட கருத்துக்கள் நிலவுகின்றன. லேடக்ஸ் திரவத்தில் காணப்படும் எண்ணற்ற சேமிப்புப் பொருட்களை, தாவரங்கள் தம்வாழ்நாளில் எப்போதும் உபயோகப்படுத்திக் கொள்வதில்லை. ஒரு சில அறிவியலாளர்களின் கருத்துப்படி லேடக்ஸ் நீர்மம் தற்காப்பிற்கென அமைந்துள்ள ஒரு தக அமைவு என்பதாகும். லேடக்ஸ் உணவு கடத்துவதில் பங்கு பெறுகிறது என்றும், நீர் அளவினை கட்டுப்பாட்டுடன் வைத்துள்ளது (Sen & Chawan, 1972) என்றும், ஆக்ஸிஜனின் வழித்தடமாக உள்ளது என்றும், காயம் ஆறுதலில் பங்கு வகிக்கிறது என்றும், நுண்ணுயிரிகளால் பாதிப்புகள் வரதாவண்ணம் பாதுகாக்கிறது எனவும் பல்வேறு கருத்துக்கள் நிலவுகின்றன. பெரும்பான்மையான அறிவியலாளர்கள் கருத்துப்படி செல்லில் நடைபெறும் செயலில் நிகழ்ச்சிகளின் போது தோன்றும் வேண்டாத பொருட்களைத் தாவரங்கள் வெளியேற்ற முடியாததால் இந்நீர்மங்களில் சேமிக்கப்படுகிறது என்பதாகும். இ.ஃபோர்பியேசி, அபோசைனேசி, அஸ்கிளபியடேசி, ஆஸ்டிரேசி, கேனாபினேசி, ம்யூசேசி, மோரேசி ஆகிய குடும்பத் தாவரங்களில் லேடக்ஸ் திரவம் பெருமளவில் காணப்படுகின்றது.

பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்கள்

1. *ஹீவியா பிரேசிலியென்சிஸ்* (*Hevea brasiliensis*)
2. *ஃபைகஸ் இலாஸ்டிகா* (*Ficus elastica*) இத்தாவரங்களின் லேடக்ஸ் நீர்மத்தில் இருந்து ரப்பர் மூலப்பொருள் கிடைக்கிறது.
3. *பப்பாவர் சோம்னிஃபெரம்* (*Papaver somniferum*) பாப்பி தாவரத்தின் லேடக்ஸ் நீர்மத்தில் இருந்து பப்பாவரின்

(*Papaverine*), ஓபியம் (Opium) போன்ற ஆல்கலாய்டுகளும், மருந்துகளும் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

4. *காரிகா பப்பையா* (*Carica papaya*) தாவர லேடக்ஸ் நீர்மம் புரதச்சிதைவு நொதி (புரொட்டியோலிடிக் என்சைம்) நிறைந்தது.
5. *கனாபிஸ் சடைவா* (*Canabis sativa*) லேடக்ஸ் நீர்மத்தில் இருந்து கஞ்சா எனும் மயக்க மருந்து கிடைக்கிறது.
6. *அக்ரஸ் சப்போட்டா* (*Achras sapota*) தாவரத்தின் லேடக்ஸ் நீர்மம் சூயிங்கம் தயாரிப்பில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றது.
7. *ஆர்ஜிமோன் மெக்சிகானா* (*Argemone mexicana*) லேடக்ஸ் நீர்மம் நச்சுத் தன்மை கொண்டதாயினும் மருந்தாகப் பயன்படுகின்றது.

ஆ. பிசின் (ரெசின்) குழாய்கள்

பிசின் மூலப் பொருட்கள் நீர்ம அமைப்பில் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. மணமும், நிறமும் கொண்ட இந்த நீர்மம் மிக நீண்ட குழாய்கள் (Tube) அல்லது உட்குழிவான (Cavity) பகுதிகள் அல்லது நீண்ட கால்வாய் (Canal) போன்ற அமைப்புகளில் சுரக்கும் பொருளாகக் காணப்படுகிறது. மென் கட்டைகளில், அதாவது ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவர கட்டைகளில் குறிப்பிடத் தக்க அளவு பிசின் குழாய்கள் அமைந்துள்ளன. பிசின் குழாய்கள் கட்டையில் நீள்வாக்கில் நேர் குத்தாகவும், ஃப்யூசிபார்ம் ரேக்களில் கிடைமட்டமாகவும் செல்லுகின்றன.

தோற்றம்

கட்டைகள் தோன்றும் போது அவற்றிலுள்ள எளியவகை பாரங்கைமா செல்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகுவதால் ஏற்படும் இடைவெளிகளில் பிசின் குழர்ய்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வகைத் தோற்றம் சைசோஜீனஸ் (Schizogenous) தோற்றம் எனப்படும். விலகி அமைந்துள்ள இப்பாரங்கைமா செல்கள் பகுப்படைந்து புதிய செல்களை உட்புறம் தோற்றுவித்து, நடுஇடைவெளியை சூழ்ந்த ஒர் அடுக்காக அமைந்துவிடும். இவ்வடுக்கு எப்பிதீலியம் (Epithelium) அடுக்கு எனப்படும். இச்சவடுக்குச் செல்களே பிசின் மூலப் பொருட்களை தோற்றுவித்து அவைகளை குழாய்களில் சேமித்து வைக்கின்றன.

கட்டைகள் முதிர்ச்சி அடையும் போது எபிதீலியம் பாரெங்கைமா செல்களின் சுவர்கள், குழாய்களின் உட்புறமாக பலூன் போன்று விரிவடைந்து வளர்ந்து குழர்ய்களை முழுவதுமாக அடைத்து விடுகிறது. இது டைலோசாய்டுகள் (Tylosoides) என்று அழைக்கப்படும். டைலோசாய்டுகள், ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களின் இருதயக் கட்டைகளில் காணப்படும் டைலோசிஸ்களை (Tyloses) ஒத்து உள்ளது. இயற்கையாக தோன்றும் இந்த பிசின் குழாய்கள் சில சமயங்களில் அதாவது வெட்ப தட்ப நிலை மாறுபாடுகள், காற்று, உறைபனி, காயங்களினால் உண்டாகும் அதிர்ச்சிகள் போன்ற புறத்தூண்டல்கள் மூலமாகவும் செயற்கையாகத் தோன்றுகின்றன. இக்குழாய்கள் பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் வரிசைக்கிரமமாகக் கோள வடிவில் காணப்படும். இவை புறஅதிர்ச்சிப்புண்பட்ட (Traumatic) குழாய்கள் எனப்படும். வகைப்பாட்டியலில் மென்கட்டைகளின் வகைகளை கண்டறிய பிசின் குழாய்கள் அமைவுமுறை பெரிதும் உபயோகமாக உள்ளது. *லாரிக்ஸ்* (*லார்ச் - Larix*), *ஸுடோசூகா* (டக்ளாஸ்.'.பிர் - Douglar fir), *பைனஸ்* (*Pinus*). *பைசியா* (*Picea*), போன்ற தாவர மென்கட்டைகளை பிசின் குழாய்கள் அமைந்திருப்பதை பொருத்து எளிதாகக் கண்டு பிடிக்க முடிகின்றது.

இ. பசைப் பொருள் (கோந்து) குழாய்கள் (Gum ducts)

மென்கட்டைகளில் காணப்படும் பிசின் குழாய்கள் போன்றே, கடினக்கட்டைகளிலும், குறிப்பாக இருவித்திலை தாவரங்களில் சுரக்கும் குழாய்கள் காணப்படுகின்றன. இவைகள் சுரக்கும் உட்பொருளை வைத்து முறையே கோந்துக் குழாய் (Gum Duct), எண்ணெய்குழாய் (Oil duct) என்று பிரித்தறியப்பட்டுள்ளன.

தோற்றம்

இக்குழாய்கள் செல் விலகுவதால், அதாவது விலகு தோற்ற முறையிலேயோ அல்லது சில பாரங்கைமா செல்கள் சிதைந்து மறைந்து விடுதல் (Lysigenous) மூலமாக அதாவது சிதைவு முறையிலேயோ தோற்றுவிக்கப்படலாம். *யூகலிப்டஸ்* போன்ற கட்டைகளில் விலகு

முறையிலும், டீலியா (*Tilia*) தாவரத்தில் சிதைவு முறையிலும் தோன்றுகின்றன. சிதைவு குழாய்களில் எபிதீலியம் அடுக்கு தோன்றுவதில்லை. அதற்குப் பதிலாக சுற்றியுள்ள பாரங்கைமா செல்கள் சுரக்கும் கோந்துப்பொருட்கள், நேரடியாக இக்குழாய்களை வந்தடைகின்றன. சர்க்கரைப் பொருட்கள் குறிப்பாக தாதுப் பொருட்கள் நொதிகள் மூலம் சிதைக்கப்படுவதால் பிசின் போன்ற கோந்துப் பொருட்கள் தோன்றுகின்றன. இவைகளே கோந்துக் குழாய்களில் சேமிக்கப்படுகிறது. இது கோந்து உண்டாதல் (Gummosis) எனப்படும். அதிர்ச்சி, காயங்கள் போன்ற புறத்தூண்டல்கள் மூலமாகவும் புறஅதிர்ச்சிப்புண்பட்ட கோந்துக் (Traumatic) குழாய்கள் தோன்றுகின்றன. பொதுவாக இக்குழாய்கள் கட்டைகளில் அச்சுக்கு இணையாகவோ அல்லது கிடைமட்டமாகவோ காணப்படும். வகைப்பாட்டியலில் கட்டைகளின் இனங்களைக் கண்டறிய கோந்துக் குழாய் அமைவு முறை பெரிதும் துணை செய்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக *சோரியா* (*Shorea*). *டிப்டிரோகார்பஸ்* (*Dipterocarpus*), *ஆன்ஐசாப்டிரா* (*Anisoptera*), *வாடிகா* (*Vatica*). *காஸ்வெய்லிரோடெண்டிரான்* (*Gossweilerodendron*) போன்ற கட்டைகளின் சிற்றினங்களை கோந்துக்குழாய் அமைந்திருப்பதைக் கொண்டு எளிதில் அறிந்து கொள்ள முடியும்.

ஈ. நறுமணச் சுரப்பிகள் [ஆஸ்மோ∴போர்கள்(**Osmophores**)]

தாவரக் கூட்டத்தில் எல்லா மலர்களும், ஒரு சில இலைகளும் நறுமணத்தை அல்லது வாசத்தை வெளிப்படுத்தவல்லன. இதற்கு முக்கிய காரணம் சுரப்பிகளே. இச்சுரப்பிகள் நறுமணம் சுரக்கும் அமைப்புகள் அல்லது ஆஸ்மோ∴போர்கள் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த சுரக்கும் அமைப்புகள் ஆவியாகக்கூடிய நறுமணம் கொண்ட எண்ணெய் மூலக்கூறுகளை (aromatic fatty acids – AFA) சுரக்கும் தன்மையுடையது. இந்த நறுமணச்சுரப்பிகள் நீண்ட இழையமைப்பு கொண்ட செல்களாகவோ, துரிகை அமைப்பிலோ, பலமடிப்பு அடுக்குகளாகவே (படம்.5.2.2) புறத்தோலில் காணப்படும். மலர்களில் பெரும்பாலும் அல்லி, புல்லி இதழ்களின் புறத்தோலில் அமைந்துள்ளது. இச்சுரப்பிச் செல்களை நியூட்ரல் சிவப்பு சாயத்தில் வண்ணமிட்டு ஒளிநுண்நோக்கி உதவியோடு தெளிவாகக் காணமுடியும். இலைகளில் இவை புறத்தோலிலோ அல்லது மீசோ∴பில் திசு இடையிலோ அமைந்துள்ளது. இவைகள் தனித்த செல்களாகவோ, குழாய் அல்லது

குழி போன்ற அமைப்புகளிலோ காணப்படலாம். நறுமணப் பொருட்கள் வெளிப்படுவதற்கு முன்பு அதனுடைய வெளிப்புற குயூடிகிள் அடுக்கு விரிவடைகிறது, அங்கு, சுரக்கப்பட்ட பொருள் வெடிக்கும் வரை சேமிக்கப்படுகிறது, பின்னர் குயூடிகிள் வெடித்து சுரப்புப் பொருட்கள் வெளியேறுகிறது. ஒரு சில சுரக்கும் அமைப்புகள் நுண்துளைகள் மூலம் நறுமணப் பொருட்களை வெளியேற்றுகிறது.

மில்லிங்டோனியா ஹார்டென்சிஸ் (மரமல்லி) தாவர மலர்களில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட நறுமண சுரப்பிகள் உள்ளன. ஒரு சில சுரப்பிகள் இரு செல் வரிசை தூவிகளாக அமைந்து நுனியில் சுரக்கும் அமைப்பைப் (படம்.5.2.1.A) பெற்றிருக்கும். சில தூவிகள் கிண்ணவடிவத்தில் இதழ்களில் பள்ளமான இடங்களில் பொதிந்து காணப்படுகின்றன (படம்.5.2.1B). கிளிரோடெண்டிரம் ∴பிலிபினியம் தாவரத்தின் புல்லி இதழின் புறத்தோல்களின் மேல் பாலிசேட் போன்று சுரப்பி செல்கள் அடுக்காக அமைந்துள்ளன. இவை ஆஸ்மோ∴போர்கள் எனப்படும். இச்செல்களின் அடி செல் பாத செல் எனப்படும். கியூடிகிள் படலம் உரிந்து இச் செல்களில் உள்ள நறுமணம் வெளியேற்றப்படுகிறது (படம். 5.2.2).

உ. தேன்சுரப்பிகள் (Nectaries)

தேன் சுரப்பிகள் பெரும்பாலும் மலர்களிலேயும், சில சமயம் இலை அடி, இலைக்காம்பு ஆகிய இடங்களிலேயும் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக இச்சுரப்பிகளில் சுக்ரோஸ், குளூகோஸ், ∴பிரக்டோஸ் போன்ற சர்க்கரை பொருட்கள் நீர்ம வடிவில் காணப்படுகிறது. இவைகள் புறத்தோலில் கோள அமைப்பு கொண்ட வளரிகளாகவோ (படம்: *லோனிசீரா*), அல்லது சிறப்புத்தன்மை கொண்ட பல அடுக்குச் செல்களாகவோ காணப்படலாம். மலர்களில் புல்லி இதழ், அல்லி இதழ், மகரந்தத்தாள்கள் சூலகத்தின் அடிப்பகுதி மற்றும் மஞ்சரிக் காம்புகளில் காணப்படுகின்றன. பல அடுக்கு சுரக்கும் அமைப்புகளாக இருக்கும் போது இவை புறப்பகுதியில் கடிமனான க்யூடிகிள் படலத்தால் சூழப்பட்டிருக்கும். இத்திசுக்களின் அருகே வாஸ்குலார் திசுக்கள் இழைகளாகவோ அல்லது வாஸ்குலார் கற்றைகளாகவோ காணப்படுவதினால் சுரக்கும் பொருட்கள் அனைத்தும்

புளோயத்திலிருந்தே கிடைக்கப் பெறுகின்றன. மேலும் இவைகள் நொதிகளின் துணையோடு நீர்மவடிவ சர்க்கரையாக மாறிவிடுகிறது. இச்செல்களில் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம், மிகச் சிறிய வாக்யூல்கள், டானின் பொருட்கள் ஆகியவைகளோடு காணப்படுகின்றன. எண்ணற்ற மைட்டோகாண்டிரியங்களும், எண்டோபிளாச வலைப்பின்னலும், குமிழிகளும் காணப்படும்.

தேன் சுரப்பிகள் வண்ணத்து பூச்சி, வண்டு, தேனி போன்ற பூச்சி இனங்களை கவர்வதால் மலர்களில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற ஏதுவாகிறது.

6.இலை

தாவரங்களுக்கு இலைகள் இன்றியமையாத அங்கங்களாகும். தாவரத்தின் முதல் இலைகள் வித்திலைகளாகும். பூக்கும் தாவரங்களில் பல்வேறு வகையான இலை ஒழுங்கு அமைவுகள் (Leaf arrangements) காணப்படுகின்றன. பசுமையான இவ்விலைகள் ஒளிச்சேர்க்கையின் போது முக்கிய வாழ்வியல் நிகழ்ச்சியான உணவு தயாரிக்கும் செயலைச் செய்கின்றன. இலைகள் இலைக்காம்புடையதாகவோ, இலைக்காம்பு அற்றதாகவோ காணப்படலாம். சில இலைகளின் அடிப்பகுதி கணுப்பகுதியில் உள்ள தண்டினைச் சூழ்ந்த வண்ணமுள்ளது. இது உறை இலையடி (Sheathing leaf base) எனப்படும். தனி இலைகள் ஒரே இலைப்பரப்பினையும், கூட்டிலைகள் பல சிற்றிலைகளின் இலைப்பரப்பினையும் பெற்றிருக்கும். இலைப்பரப்பில் நடு நரம்பும், கிளைநரம்புகளும் வலைப்பின்னல் அமைப்பிலோ இணைபோக்கு அமைப்பிலோ காணப்படும்.

அ. இலைகளின் உள்ளமைப்பு

இலைகள் பெரும்பாலும் மூன்று அடிப்படை திசுக்களைக் கொண்டவை. அவை புறத்தோல் திசு (Epidermis), இலையிடைத்திசு (Mesophyll), வாஸ்குலார் திசு (Vascular tissue) என்பனவாகும். இலைகள் உள்ளமைப்பின் அடிப்படையில், குறிப்பாக இலையிடைத்திசு அமைந்திருக்கும் முறையில் மூன்றாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை, 1. இருபக்க இலைகள் (படம்.6.1C), 2. சமபக்க இலைகள் (படம்.6.1,D.E), 3. மையம் சார்ந்த இலைகள் (படம்.6.1, A,B) என்பனவாகும்.

1. இருபக்க இலைகள் (Dorsi-ventral / Bifacial leaves, படம். 6.1C, 6.2A): - இவ்வகை இலைகளின் இலையிடைத் திசுவில் பாலிசேட் (வேலிகால்) செல்கள் மேற்புறத் தோலை ஒட்டியும், ஸ்பான்ஜி (கடற்பஞ்சு) செல்கள் அடிப்புறத்தோலை ஒட்டியும் உள்ளன. இதனால் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் இலையின் மேற்புறப் பகுதியையும் அடிப்புறப்பகுதியையும் எளிதில் வேறுபடுத்தி அறிய முடியும். பெரும்பான்மையான

இருவித்திலை தாவர இலைகள் இருபக்க இலை உள்ளமைப்புக் கொண்டவை.

2. சமபக்க இலைகள் (Isobilateral / Isolateral / Unifacial, படம். 6.1.E): - இவ்வகை இலைகள் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் இலையிடைத்திசுவின் மேற்புறமும், அடிப்புறமும் வேறுபடுத்தி அறிய முடியாது. மேற்புறம், அடிப்புறம் பாலிசேட் (வேலிகால்) செல்களும், நடுப்புறம் ஸ்பான்ஜி (கடற்பஞ்சு) செல்களும் காணப்படும். சில இலைகளின் இலையிடைத்திசு ஸ்பான்ஜி (கடற்பஞ்சு) செல்களால் மட்டுமே ஆனது. எனவே இவை சமபக்க இலைகள் எனப்படும். ஒரு சில இருவித்திலை தாவர இலைகளும், பெரும்பான்மையான ஒரு வித்திலை தாவர இலைகளும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை.

3. மையம் சார்ந்த இலைகள் (Centric leaves, படம். 6.1.A,B): - இவ்விலைகள் உருளையாக குழல்வடிவத்தில் நீண்டு காணப்படும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் வட்டவடிவமாக அமைந்து பித் போன்ற ஒரு மையம் நடுப்புறத்தில் காணப்படும். புறத்தோலுக்கு உட்புறம் பாலிசேட் (வேலிகால்) செல்கள் ஒரு வளையமாகவும், அதனை அடுத்து ஸ்பான்ஜி (கடற்பஞ்சு) செல்களும், நடுப்புறத்தில் வெற்று இடமும் உள்ளன. இவையே மையம் சார்ந்த இலைகளாகும். இவ்விலைகளுக்கு வெங்காயத்தாளை எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம்.

இருபக்க இலையின் உள்ளமைப்பு: (படம். 6.2A) - இவ்வகை இலைகளுக்கு இருவித்திலை தாவரங்களாகிய *ஹீலியாந்தஸ், டிரைடாக்ஸ்,* வெர்னோனியா, ஸ்டீவியா போன்றவைகளை எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம்.

புறத்தோல்: - ஒவ்வொரு இலையும் மேற்புறமும், கீழ்ப்புறமும் மேற்புறத்தோல், அடிப்புறத்தோலால் சூழப்பட்டிருக்கும். எளியவகை பாரங்கைமா செல்கள் மிக நெருக்கமாக அமைந்து புறத்தோலை அமைக்கின்றன. புறத்தோலின் வெளிப்பரப்பில் குயூடின் என்ற கொழுப்புப் பொருள் குயூடிகிள் என்ற மெல்லிய படலமாக படிந்திருக்கும். ஒரு சில புறத்தோல் செல்கள் ஒரு செல் அல்லது பல செல்களால் ஆன புறத்தோல் தூவிகளை (Trichome) தோற்றுவிக்கின்றன. அடிப்புறத்தோலில் புறத்தோல் தூவிகள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. புறத்தோலில் இலைத்துளைகளும் (stomata) உள்ளன. பெரும்பாலும் கீழ்ப்புறத்தோலில் இலைத்துளைகள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. இவ்வகை இலைகள் அடிப்புற இலைத்துளை இலை (Hypostomatic)

எனப்படும். மிதக்கும் நீர்வாழ்த் தாவர இலைகளில் மேற்புறம் மட்டும் இலைத்துளைகள் உள்ளன. இவை மேற்புற இலைத்துளை இலை (Epistomatic) எனப்படும். சில இலைகள் இருபுறத் தோலிலும் இலைத்துளைகளைப் பெற்றிருக்கும். இவ்வகை இருபக்க இலைத் துளை இலை (Amphistomatic) எனப்படும்.

இலைத்துளைகள் ஒவ்வொன்றும் இரு அவரைவிதை வடிவ காப்புச் செல்களால் (Guard cells) சூழப்பட்டுள்ளன. காப்புச் செல்களொடு தொடர்பு கொண்டு அதனைச் சூழ்ந்துள்ள செல்கள் உடனுறு செல்கள் (Subsidiary / Accessory cells) எனப்படும். ஒவ்வொரு இலைத்துளையும் இலையின் உட்பகுதியில் ஒரு காற்றறையோடு தொடர்பு கொண்டிருக்கும் (படம்.4.5I,III, படம். 6.1F).

இலையிடைத் திசு (Mesophyll tissues, படம். 6,2B): - புறத்தோல்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் அமைந்துள்ள அடிப்படைதிசு இலையிடைத்திசுவாகும். இலை இடைத்திசுவின் மேற்புறம் வேலிகால் (Palisade) செல்கள் ஒரு வரிசை அல்லது ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வரிசைகளில் காணப்படும். இச்செல்கள் தூண்போன்று உருளை அமைப்பில் நேர்குத்தாக வரிசையாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு செல்லும் எண்ணற்ற பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றிருக்கும். இச்செல்களுக்கு அடுத்து அடிப்புறத்தோலையொட்டி கடற்பஞ்சு (spongy) செல்கள் உள்ளன. இவை கோள அமைப்பிலோ, ஒழுங்கற்ற வடிவிலோ அமைந்து காற்றிடை வெளிகளை உள்ளடக்கிக் காணப்படுகிறது. இச்செல்கள் பசுங்கணிகங்கள், தரசப் பொருட்களை பெற்றுக் காணப்படும்.

வாஸ்குல திசு: - எண்ணற்ற வாஸ்குலக் கற்றைகள் இலை பரப்பில் இலை நரம்புகளாக அமைந்துள்ளன. வாஸ்குலக் கற்றைகளில் சைலம் மேற்புறத் தோலை ஒட்டியும், புளோயம் அடிப்புறத்தோலை ஒட்டியும் காணப்படுகின்றன. வாஸ்குலக் கற்றைகள் பாரங்கைமா அல்லது ஸ்கிளிரெங்கைமாவால் ஆன கற்றை உறையால் சூழப்பட்டிருகன்றன (படம்.6.1,D,E, 6.2A). இக்கற்றையுறை செல்கள் மேற்புற, அடிப்புறத்தோலை ஒட்டி பரவிக்காணப்பட்டால் அவை கற்றையுறை நீட்சிகள் (Bundle sheath extensions) எனப்படும். வாஸ்குலக் கற்றைகளில் காணப்படும் வாஸ்குல திசுக்கள் முதனிலைத் திசுக்கள். இதன் சைலத்தில் வெசல் அங்கங்கள், டிரக்கீடுகள், நார்செல்கள், பாரங்கைமா ஆகிய செல்வகைகள் உள்ளன. ∴புளோயத்தில்

சல்லடைக் குழாய்கள், துணை செல்கள், பாரங்கைமா செல்கள் ஆகியவை உள்ளன (படம்.6.1C).

நடு நரம்புப் பகுதியில் மேற்புற, அடிப்புறத்தோலை ஒட்டி ஒரு சில அடுக்குகள் கோலங்கைமா திசு காணப்படலாம். ஏனைய இடங்களில் பாரங்கைமா செல்கள் அடிப்படைத் திசுவாக அமைந்துள்ளது (படம். 6.2A). நடுநரம்பின் நடுப்புறத்தில் பிறைவடிவம், வட்டவடிவம், அரைவட்ட வடிவம் அல்லது பல்வேறு வடிவங்களில் வாஸ்குலக் கற்றைகள் அமைந்துள்ளன. சைலம் மேற்புத்தோலை ஒட்டியும் ஃபுளோயம் அடிப்புறத்தோலை ஒட்டியும் ஒருங்கமைந்து காணப்படுகிறது.

சமபக்க இலையின் உள்ளமைப்பு: - வறண்டநிலத் தாவர இலைகளும், ஒரு விதையிலை தாவர இலைகளும் சமபக்க இலையின் உள்ளமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. புல் இலைகளில் கடற்பஞ்சு செல்கள் மட்டுமே இலையிடைத் திசுவை அமைக்கிறது (படம். 6.1E).

புறத்தோல்: - எளியவகை பாரங்கைமா செல்கள் நெருக்கமாய் அமைந்து இலையின் மேற்புறத்தோலையும், அடிப்புறத் தோலையும் அமைக்கின்றன. புறத்தோல் செல்களின் வெளிப்பரப்பில் குயூடின் என்ற கொழுப்புப் பொருள் குயூடிகிள் என்ற மெல்லிய படலமாகப் படிந்திருக்கும்.

புல்லினத் தாவர இலையின் மேற்புறத்தோலில் ஆங்காங்கே ஒரு சில செல்கள் ஆரப்போக்கில் பருத்து பெரிய பாரங்கைமா செல்களாக உள்ளன. இவ்வகை செல்களுக்கு இயக்கலாற்றல் (Bulliform / Motor) செல்கள் அல்லது பெருத்த வடிவ செல்கள் என்றுபெயர் (படம்.6.1, படம்.4.4,III, படம்.6.2C). புறத்தோலில் புறத்தோல் தூவிகளும், இலைத்துளைகளும் உள்ளன. இரு உடுக்கைவடிவ காப்பு செல்கள் இலைத்துளையைச் சூழ்ந்த வண்ணமிருக்கும் (படம். 4.5II). காப்பு செல்களோடு தொடர்பு கொண்ட சுற்றுசெல்கள் உடனுறு செல்கள் எனப்படும். மேலும் கார்க் செல்கள், சிலிகா செல்கள், நீண்ட செல்கள் ஆகியவையும் புறத்தோலில் உள்ளன (படம்.4.2.2).

இலையிடைத் திசு: - புல் இலைகளில் இலையிடைத் திசு கடற்பஞ்சு செல்களால் ஆனது. இச்செல்கள் வட்ட வடிவிலோ, ஒழுங்கற்ற வடிவிலோ அமைந்து செல்லிடைவெளிகளோடு உள்ளன. மேற்புற, அடிப்புறத்தோலை ஒட்டி சிறுதிட்டுக்களாக ஸ்கிளீரங்கைமா திசு

காணப்படும். இது ஸ்கிளீரங்கைமா தொப்பி எனப்படும் (படம்.6.1E, 6.2C).

வாஸ்குல கற்றை: - ஒரு விதையிலை இலைகள் இணைப்போக்கு நரம்பமைப்பு கொண்டுள்ளதால் வாஸ்குல கற்றைகளும் சம அளவோடும், சமஇடைவெளியோடும் அமைந்துள்ளன. கற்றைகளில் சைலம் மேற்புறத்தை ஒட்டியும், புளோயம் அடிப்புறத்தை ஒட்டியும் காணப்படுகின்றன. கற்றைகள் பாரங்கைமா அல்லது ஸ்கிளீரங்கைமா செல்கள் கொண்ட கற்றை உறையால் சூழப்படுள்ளன.

ஒரு சில புல் இலைகளில் வாஸ்குல கற்றைகளைச் சூழ்ந்த வண்ணம் பாரங்கைமா செல்களால் ஆன இரு அடுக்கு கற்றையுறை செல்கள் காணப்படுகின்றன. உள்ளடுக்கு சிறிய செல்களாலும் வெளி அடுக்கு பெரிய செல்களாலும் ஆனது. இப்பெரிய கற்றையுறை பாரங்கைமா செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகம், மிகச்சிறிய கிராணங்களைப் பெற்று, இலையிடைத்திசுவில் காணப்படும் பசுங்கணிகங்களை விட அளவில் பெரியதாகக் காணப்படுகின்றன. அவை அடர் பசுமை வண்ணத்திலுள்ளன. இச்செல்களில் பெரிய மைட்டோகாண்ட்ரியங்களும் அதிக அளவில் தரசமணிகளும் காணப்படுகின்றன. இம்மாதிரி கற்றையுறைக்கு கிரான்ஸ் திசு (Kranz tissue) என்று பெயர். இவ்வகை கிரான்ஸ் திசு கொண்ட இலையுடைய தாவரங்கள் C_4 தாவரங்கள் என்றும் ஏனையவை C_3 தாவரங்கள் என்றும் பொதுவாகக் கருதப்படுகின்றன. ஏனெனில், பொரும்பாலான தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை சுழற்சியின்போது (Photosynthetic cycle) முதன் முதலில் தோன்றும் நிலைத்த கார்பன் கூட்டுப்பொருளான ஃபாஸ்ஃபோகிசரிக் அமிலம் 3-கார்பன் கொண்ட அமிலமாகும். இதனால் இவ்வகை சுழற்சியை C_3 சுழற்சி அல்லது கால்வின்-பென்சன் வழித்தடம் என்று கூறுவர். கிரான்ஸ் திசு அமைப்பு கொண்ட இலைகளில் ஒளிச்சேர்க்கை சுழற்சியின்போது தோன்றும் நிலைத்த கார்பன் கூட்டுப்பொருள் 4 கார்பன்களைக் கொண்டவை. இதனால் இவ்வகை சழற்சிக்கு C_4 சுழற்சி என்றும், இச்சுழற்சியை மேற்கொள்ளும் தாவரங்களுக்கு C_4 தாவரங்கள் என்றும் பெயர். அய்சோயேசி, கீனபோடியேசி, போவேசி போன்றவை C_4 தாவரக் குடும்பங்களாகும்.

செயல்கள்: - இலையின் புறத்தோல் செல்களின் மேல் படிந்துள்ள குயூடிகிள் படலம் நுண்ணுயிர்கள் இலையின் உட்செல்லாதவாறு தடுப்பதோடு, நீராவிப்போக்கினை கட்டுப்படுத்தும் ஒரு படலமாகவும் செயல்படுகிறது.

புறத்தோல், இலையிடைத் திசுவின் வரம்பு அடுக்காக அமைந்து பாதுகாக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. புல்தாவர இலையின் மேற்புறத்தோலில் அமைந்துள்ள இயக்கலாற்றல் (Motor cells) அல்லது பெருத்தவடிவ செல்கள் (Bulliform) நீரை சேமிக்கும் திறன் உடையவை (படம்.4.4III). பகற்பொழுதில் வெப்பம் அதிகரிக்கும் போது இவ்வியக்கலாற்றல் செல்கள் நீரை இழப்பதால் சுருங்கி விடுகின்றன. இதனால் இலைப்பரப்பு சுருண்டுவிடுகிறது. எனவே இலைப்பரப்பில் அமைந்துள்ள இலைத்துளைகள் மூடப்பட்டு, நீராவிப்போக்குக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. இலைத் துளைகள் ஒளியின் செறிவிற்கு ஏற்றாற்போல் இயங்கவல்லது. இலைத்துளைகள் திறந்த வண்ணம் இருக்கும்போது ஒளிச்சேர்க்கைக்குத் தேவையான கரியமிலவாயு உட்சென்று ஆக்சிஜன் வெளியேறுகிறது. அதே சமயத்தில் சுவாசித்தல் நிகழ்ச்சியும் நடைபெறுகிறது. மேலும் இலையிடைத் திசுக்களில் சேரும் அதிகப்படியான நீர், நீராவியாகி இலைத் துளையின் வழியே வெளியேறுகிறது. இச்செயல் **நீராவிப் போக்கு** எனப்படும்.

இலையிடைத்திசுவில் அமைந்துள்ள பாலிசேட் (வேலிக்கால்) செல்களும், ஸ்பான்ஜி (கடற்பஞ்சு) செல்களும் பசுங்கணிகங்கள் நிறைந்த குளோரங்கைமா செல்கள். இச்செல்கள் ஒளியின் உதவியோடு தண்ணீர், கரியமிலவாயு மூலக்கூறுகளை இணைத்து உணவு தயாரிக்கும் வேலையைச் செய்கின்றன.

வாஸ்குலக் கற்றைகளில் அமைந்துள்ள சைலத்திலும், ∴புளோயத்திலும் முதனிலைத் திசுக்கள் உள்ளன. சைலத்தில் உள்ள வெசல்களும், டிரக்கீடுகளும் நீரைக் கடத்தும் ஆற்றலும், ∴புளோயத்தில் காணப்படும் சல்லடைக் குழாய்களும், துணை செல்களும் உணவினைக் கடத்தும் ஆற்றலும் கொண்டவை. கற்றையுறைகள் வாஸ்குல திசுக்களைப் பாதுகாக்கும் அரணாக அமைந்துள்ளன. இலைப்பரப்பு, நடுநரம்புப் பகுதிகளில் அமைந்துள்ள ஸ்கிளிரங்கைமா, கோலங்கைமா திசுக்கள் வலிவூட்டும் செயல்திறன் கொண்ட திசுக்கள் ஆகும்.

இலை உள்ளமைப்பில் தக அமைவுகள்

வறண்ட நிலத் தாவரங்கள், நீர்வாழ்த் தாவரங்கள், சதுப்புநிலத் தாவரங்கள் போன்றவை சுற்றுச் சூழலுக்கு ஏற்றாற்போல் உள்ளமைப்பில் சில தக அமைவுகளைப் பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. அதிகப்படியான வெயில், வெளிச்சம், வறண்ட மண் போன்ற

தன்மைகளில் வளருபவை வறண்டநிலத் தாவரங்கள் (Xerophytes) எனப்படும். *ஸ்ஃபீரேல்சியா* (*Sphaeralcea*), *சால்சோலா* (*Salsola*), *அட்ரிப்ளெக்ஸ்* (*Atriplex*), *ஒபன்ஷியா* (*Opuntia*) போன்றவை வறட்சித் தாவரங்களாகும். ஒரு சில தாவரங்கள் வறண்ட நிலத்தில் வளராமலேயே ஒரு சில வறண்ட நிலத் தக அமைவுகளைப் பெற்றிருக்கும். அவை வறட்சித் தாவரம் (Xeromorphic plants) எனப்படும். தோட்டங்களில் அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் நீரியம் (அரளி - *Nerium*) தாவரத்தை எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

நீரியம் இலையின் உள்ளமைப்பில் காணப்படும் வறண்டநில தக அமைவுகள்: புறத்தோல் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட அடுக்குகளாக அமைந்திருக்கும், அது பலஅடுக்கு புறத்தோல் (Multiple Epidermis) எனப்படும். கீழ்புறத் தோலில் பெரிய குழிகள் அமைந்து, அவற்றின் உட்புறத்தில் இலைத்துளைகள் காணப்படுகின்றன. இக்குழிகள் ஒற்றை செல்லால் ஆன நீண்ட இழை போன்ற தூவிகளால் சூழப்பட்டு காணப்படுகின்றன. இவ்வகை இலைத்துளை உட்பொதிந்த இலைத்துளை (Sunken stomata) எனப்படும் (படம்.6.1D,F). மேற்புற, அடிப்புறத் தோலின் வெளிப்புறம் தடிப்புற்ற குயூடிகிள் படலம் காணப்படும். பல அடுக்கு புறத்தோல், தடிப்புற்ற குயூடிகிள் படலம், உட்பொதிந்த இலைத்துளைகள் ஆகிய அமைப்புகள் நீராவிப் போக்கினை பெருமளவில் கட்டுப்படுத்துகின்றன (படம்.6.1D).

இத் தாவரத்தின் இலைகள் சமபக்க இலைகளாகும். மேற்புறத்தோலை ஒட்டியும், அடிப்புறத் தோலை ஒட்டியும் ஒன்று அல்லது ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வரிசைகளில் வேலிகால் செல்கள் அமைந்துள்ளன. இதனால் ஒளிச்சேர்க்கை செயல்பாடு அதிகரிக்கப்படுகிறது. மேற்கூறிய உள்ளமைப்புத் தக அமைவுகள் பெரும்பாலான வறட்சித் தாவரங்களில் காணலாம்.

நீர்வாழ் தாவரங்களும் அவற்றின் சுற்றுச் சூழலுக்கு ஏற்றாற்போல் தக அமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. *நிம்ஃபியா*, *நிலம்பியம்*, *பிஸ்டியா*, *ஐக்கோர்னியா* போன்ற நீர்வாழ் தாவரங்கள் (Hydrophytes) நீர்த்தாவரத்திற்குரிய உள்ளமைப்பு (Hydromorphic) தக அமைவுகளைக் கொண்டிருக்கும்.

மேற்புறத் தோலும், அடிப்புறத்தோலும் திண்மையான குயூடிகிள் படலத்தால் சூழ்ப்பட்டிருக்கும். இலைகள் நீரில் அழுகாமல்

இருக்க இத்தகைய தக அமைவு பெற்றுள்ளது. இலைகள் மேற்புற இலைத்துளை (Epistomatic) இலையமைப்பு கொண்டவை. மிதப்பதற்கு ஏற்ற வகையில் பெரிய காற்றறைகள் உள்ளடக்கிய ஏரெங்கைமாதிசு மிகுந்துள்ளது. வலிவூட்டும் திசுக்களாகிய ஸ்கிளிரங்கைமா, சைலம் ஆகியவை குறைந்த அளவே காணப்படும். மேற்புறத் தோலை ஒட்டி பல வரிசைகளில் பாலிசேட் (வேலிகால்) செல்கள் அமைந்துள்ளன. குறைந்த அளவு வாஸ்குல தொகுப்புகள் பாரங்கைமா கற்றையுறையால் சூழப்பட்டுக் காணப்படும். அடிப்புறத் தோலை ஒட்டி பெரிய காற்றறைகள் உள்ளன. ஆங்காங்கே அமைந்துள்ள டிரைகோஸ்கிளீரைடுகளே இலையிடைத்திசுவிற்கு வலிவூட்டும் செல்களாகச் செயல்படும் (படம்.6.1G).

சதுப்பு நிலம், உவர் நிலங்களில் வாழும் சதுப்பு நிலத் தாவர (Halophytes) இலைகளில் நீரை சேமிக்கும் திசுக்கள் காணப்படும். இலையிடைத்திசு செல்கள் மியூசிலேஜ் நிறைந்தவையாகக் உள்ளன. இவற்றில் பசுங்கணிகங்கள் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இவ்விலைகளில் உட்பு சுரப்பிச் (salt glands) செல்களும் காணப்படும்.

இலை தோன்றும் முறை :

தண்டு நுனி ஆக்குத் திசுவிற்கு சற்று கீழே உள்ள பக்கவாட்டுப் பகுதியிலுள்ள செல்கள் முதலில் பரிதிக்கு இணையாகப் பகுப்படைகின்றன. இதனால் தண்டு நுனிப்பரப்பில் மேலேழுந்தவாறு சிறு புடைப்பு போன்ற அமைப்பு உண்டாகும். இது இலை முண்டு (Leaf buttress) எனப்படும். இதிலுள்ள செல்கள் மேன்மேலும் பகுப்படைவதால் கூம்பு போன்ற இலையச்சு (Leaf Axis) தோன்றும். இவ்வச்சில் இரு நிலைகளில் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. நுனிப்புற செல்கள் பகுப்படைவதால் நுனி வளர்ச்சியும், அதற்கு கீழே உள்ள செல்கள் பகுப்படைவதால் இடைப்பகுதி (Intercalary) வளர்ச்சியும் நடைபெறும். நுனி வளர்ச்சியினால் இலை அச்சின் உட்புற செல்கள் தோன்றுகின்றன. இடைப்பகுதி வளர்ச்சியால் இலையச்சு அகலப்போக்கில் விரிவடைகிறது. விரிவடைந்த இப்பகுதியின் ஓரங்களில் வரம்பு ஆக்குத் திசுக்கள் (Marginal meristems) தோன்றி, இத்திசுக்கள் முறையே மேற்புற புறத்தோல் தோற்றுவிகளையும் (Adaxial protoderm) அடிப்புற புறத்தோல் தோற்றுவிகளையும் (Abaxial protoderm initials) தோற்றுவிக்கின்றன. இதனால் இலைபரப்பு தோன்றுகிறது. இலைப்பரப்பில் வரம்பு வளர்ச்சி நின்றபின்,

பட்டையாக்குத் திசு (Plate meristem) தோற்றுவிக்கப்படும். இதன் செல்கள் நேர்குத்து முறையில் பகுப்படைவதால் இலை பரப்பு மேலும் விரிவடைகிறது. இதிலிருந்து தோன்றும் தோற்றுவிகள் ஒர் ஒழுங்கு முறையில் அமைந்து பாலிசேட் (வேலிகால்) செல்கள், ஸ்பான்ஜி (கடற்பஞ்சு) செல்கள், வாஸ்குல திசுக்கள் ஆகியவற்றை ஒரே சீரான முறைப்படி தோற்றுவிக்கின்றன.

இலையின் பல்வேறு திசுக்கள் தோன்றும் முறை – விளக்கப் படம்

மேற்புற புறத்தோல் தோற்றுவிகள்
(Adaxial protodermis initials)

மேற்புறத்தோல்
(Adaxial epidermis)

மேற்புற அடுக்கு (Adaxial lalyer) ⟶ பாலிசேட் (வேலிகால்) செல்கள்

வரம்புத்தோற்றுவிகள்

புரோகேம்பியம்
வரம்படித்தோற்றுவிகள்
(Marginal initials)

வாஸ்குலக் கற்றை
↓
நடுஅடுக்குகள்
(Submarginal initial)
↓
நடுஸ்பானஞ்சி செல்கள்

அடிப்புற அடுக்கு ⟶ கீழ்புற ஸ்பான்சி (கடற்பஞ்சு) செல்கள்(Abaxial layer)

அடிப்புற புறத்தோல் தோற்றுவிகள்
(Abaxial protoderm initial)
அடிப்புறத்தோல்

(Abaxial epidermis)

மேலே காட்டப்பட்ட இலைத்திசு தோற்றமுறையில் பாலிசேட் திசுவே கடைசியாக முதிர்ச்சியடைகிறது. இலையின் வளர்ச்சி பாரம்பியக் காரணிகளாலும், சூழ்நிலைக் காரணிகளும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன என்று கருதப்படுகிறது

ஆ. இலை உதிர்தல் (Leaf Abscission)

முதிர்ச்சியடைந்த இலைகள், மலர்கள், கனிகள் ஆகியவற்றை தாவரங்கள் தன்னிச்சையாக உதிர்த்துவிடுகின்றன. முதிர்ச்சியடைந்த இலைகள் தானாகவே தாவரங்களில் இருந்து விடுபட்டு விழுந்துவிடுவது இலை உதிர்தல் (Leaf abscission) ஆகும். சில தாவரங்கள் குறிப்பிட்ட பருவ காலத்திலும், சில தாவரங்கள் ஆண்டு முழுவதும் இலையை உதிர்க்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, அரசமரம் குறிப்பிட்ட பருவ காலத்தில் மட்டும் இலைகளை உதிர்க்கும். இது இலையுதிர்த்தாவரமாகும் (Deciduous Plant). வேப்பமரம் எல்லா பருவ காலங்களிலும் இலையை முற்றிலுமாக உதிர்க்காமல், சிறிது சிறிதாக இலைகளை உதிர்த்துக் கொண்டிருக்கும் இதனால் வேப்பமரத்தின் இலைகள் எல்லா பருவ காலங்களிலும் காணப்படும். இவ்வகைத் தாரங்கள் பசுமை மாறாத் தாவரங்கள் (Evergreen Plants) எனப்படும். இத்தாவரங்கள் காடுகளில் விரவியுள்ளதைப் பொருத்து காடுகள், இலையுதிர்க் காடுகள் (Deciduous forest), பசுமை மாறாக் காடுகள் (Evergreen forest) என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

தனி இலையாக இருப்பின் இலைக்காம்பின் அடிப்பகுதியிலும் கூட்டிலையாக இருப்பின் சிற்றிலைக் காம்பின் அடிப்பகுதியிலும், இலை உதிர்தலுக்கு அடிப்படையான செல்லியல், வேதியியல் மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன. இம்மாற்றங்கள் நடைபெறும் இலைக்காம்பின் அடிப்பகுதி உதிர் அடுக்கு அல்லது உதிர் மண்டிலம் (abscission layer) எனப்படும் (படம்.6.3,A,D). உதிர்தலின்போது உதிர் மண்டிலத்தில்

இரண்டு வகை செல் அடுக்குகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. முதலாம் அடுக்கு பிரிக்கும் அடுக்கு (Separation layer) எனப்படும் (படம்.6.3B). பிரிக்கும் அடுக்கு தோன்றுவதால் இலை உதிர்க்கப்படுகிறது. இலை உதிர்ந்த பின் உடைந்த இலைக்காம்பு பகுதியில் இரண்டாம் அடுக்கு ஒன்று தோன்றுகிறது. இரண்டாம் அடுக்கு, பாதுகாப்பு அடுக்காகும் (Protective layer, படம்.6.3C,E). இவ்வடுக்கு பாதுகாப்பு மண்டலத்தை தோற்றுவிப்பதால் நுண்ணுயிரிகள் உட்செல்லாதவாறும் புறசூழ்நிலைகளால் பாதிக்கப்படாமலும், இலை உதிர்ந்த இடம் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

உதிர் அடுக்கு, இலைகள் இளம் தளிர் இலைகளாக (Leaf primordia) தோன்றும் காலத்திலேயே வேறுபாடுறத் தொடங்குகிறது. இவ்வடுக்கு வேறுபாடுறும் போது வலியூட்டும் செல்கள் மிகக் குறைந்த அளவே பெற்று, வாஸ்குலார் தொகுப்புகளோடு மட்டும் வளர்ச்சி அடைகிறது. இலை உதிர்தலின் போது பிரிக்கும் அடுக்கில் உள்ள செல்சுவர்களில் வேதியியல் மாற்றங்கள் நடைபெறுகிறது. நொதிகளின் உதவியால் நடுஅடுக்கில் உள்ள பெக்டின் கூட்டுப்பொருட்கள், பெக்டின் அமிலமாக மாற்றப்பட்டு பசை போன்ற ஜெலாடின் தன்மை கொண்ட அடுக்காக மாறிவிடும். இதனால் செல்கள் பிடிப்பற்றுப் போய் விடுகின்றன. மேலும் வாஸ்குல கற்றைகளில் காணப்படும் வெசல்களில் டைலோசஸ்கள் (Tyloses) தோன்றுவதாலும், சல்லடைக் குழாய்களின் சல்லடைத் தட்டுக்கள் மேல் காலோஸ் (Callose) என்ற பொருள் படிவதாலும், நீர் கடத்தப்படுவதும், உணவு செலுத்தப்படுவதும் தடைபடுகின்றன (படம்.6.3C,D). நொதிகள் வினை புரிவதால் செல்சுவர் பொருட்களான செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ் ஆகியவை சிதைவடைகிறது. இந்நிலையில் இலைகள் வாஸ்குலத் தொகுப்பின் மூலம் பிடிப்போடு இருக்கும். ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுவது நிறுத்தப்படுவதால் இலைகள் சிறிது, சிறிதாக இளம்பச்சை, மஞ்சள், வெளிர் மங்சள், இளம் பழுப்பு வண்ணத்தையடையும். மிதமான காற்று வீசும் போது ஏற்படும் அசைவினால் வாஸ்குல இழை பிடிப்பிலிருந்து விடுபட்டு இலைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. வளர்ச்சி ஊக்கிகளான ஆக்சின், எத்திலின், ஜிப்பரலின், சைட்டோகைனின், அப்சிஸிக் அமிலம் ஆகியன இலை உதிர்தலில் பெரிதும் பங்கேற்கின்றன (Facey, 1950; Sexton & Hall, 1974).

இலை உதிர்ந்தவுடன் அவ்விடத்தில் உள்ள செல்கள் சுபரின், மற்றும் காய பசைப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்து இலை

உதிர்ந்த இடத்தை ஒரு படலமாக மூடி விடுகிறது. இப்பாதுகாப்பு படலம் (படம். 6.3C,E) இலைத் தழும்பு (Leaf scar) ஆகும். இப்பாதுகாப்பு படலம் தோன்றுவது சிகட்ரைசேஷன் (Cicatrization) எனப்படும். இப்படலத்தின் உட்புறம் அமைந்துள்ள பாரங்கைமா செல்கள் பகுப்படைந்து புதிய ஃபெல்லோஜன் என்ற ஆக்குத் திசுவைத் தோற்றுவிக்கும். ஃபெல்லோஜன் பரிதிக்கு இணையான பகுப்படைந்து இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்காகிய பெரிடெர்மை தோற்றுவிக்கிறது. இப்புதிய பெரிடெர்ம் தண்டில் ஏற்கனவே காணப்படும் பெரிடெர்மோடு இணைந்து ஒரே தொடர் அடுக்காகமாறிவிடும். இவ்விதம் பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் இலை உதிர்தல் நடைபெறுகிறது. ஒரு சில தாவரங்களில் மேற்கண்ட முறையில் இலை உதிர்தல் நடைபெறுவதில்லை. ஒரு வித்திலை தாவரங்கள், இருவித்திலைக் குறுஞ்செடிகளில் செயலியல் அழுத்தத்தினால் (Physiological stresses) இலை உதிர்தல் நடைபெறுகிறது. முதிர்ந்த இலைகள், மலர்கள், கனிகள் ஆகியவற்றை தாவரங்கள் தன்னிச்சையாக மேற்கூறிய முறையில் உதிர்த்துக் கொள்கின்றன. மேலும் தேவைக்கு மேற்பட்ட அதிகப்படியான இலைகளை உதிர்ப்பதன் மூலம் புதியதளிர்கள் உண்டாகி, தாவரங்களின் வளர்ச்சியும் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது.

இ. இலைக் காம்பின் உள்ளமைப்பு (Structure of Petiole)

பசுமையான இலைப்பரப்பு தண்டுப் பகுதியில் உள்ள கணுக்களில், சிறிய காம்பின் உதவியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது இலைக்காம்பு எனப்படும். பெரும்பாலும் இலைக்காம்புகள் உருளை அமைப்பில் இருப்பினும், சில காம்புகள் தட்டையான பட்டைகள் போன்றோ, கோண அமைப்புகளோடோ, மேடு, வரிப்பள்ளங்களோடோ அல்லது பக்கவாட்டில் இறகு போன்ற அமைப்புக்களைப் பெற்றோ காணப்படலாம். இலைக்காம்பின் உள்ளமைப்பு இளம் தண்டின் உள்ளமைப்பைப் போன்றே புறணி, புறத்தோல், பசுங்கணிகங்கள், வலிவூட்டும் திசுக்களாகிய கோலங்கைமா, ஸ்கிளிரெங்கைமா ஆகிய திசு அமைப்புக்களைக் தொடர்ச்சியாகக் கொண்டிருக்கிறது. இளம் தண்டுகளிலுள்ள ஒருங்கமைந்த அல்லது இருபக்க ஒருங்கமைந்த அல்லது சூழ்வட்ட (Concentric) வாஸ்குலக் கற்றைகளே இலைக் காம்பினுள்ளும் காணப்படுகிறது. எனினும், வாஸ்குலத் திசுக்களின் அமைவு முறைகள் சிற்றினத்திற்கு ஏற்றாற்போல் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இலை காம்பினுள் வாஸ்குலத் திசுகள் செல்லும்

போது பிளவுற்றோ, இணைந்தோ, பல்வேறு வகையில் கிளைத்தோ பிறைவடிவிலோ, "U" வடிவிலோ செல்கின்றன.

ஹோவார்ட் (Howard, 1974) என்னும் அறிவயலார் கணுவின் உள்ளமைப்பின் அடிப்படையில் இலைக் காம்பின் உள்ளமைப்பை கீழ்க்காணும் முறையில் வகைப்படுத்தியுள்ளார்.

1. மூவிடைவெளிக் கணுவில் உள்ள இலையடியில் மூன்று இலை இழுவைகள் நேரடியாக மாற்றமின்றியோ, பக்க இழுவைகள் பிளவுறுவதால் ஐந்து இழுவைகளாகவோ, மூன்றும் பிளவுறுவதால் ஆறு இழுவைகளாகவோ இலைக்காம்பிற்குள் செல்லுகின்றன.
2. இரண்டாவது வகையில் மேற்கூறிய ஆறு இழுவைகளும் பிளவுற்ற நிலையில் ஒரு அரைவட்ட வடிவம் அல்லது பிறையமைப்பில் இலைக்காம்பினுள் செல்லுகின்றன.
3. சில சிற்றினங்களில் ஆறு இழுவைகளும் இணைந்து ஒரு வட்ட வடிவமான தொடர் வளையமாக (சைஃபனோஸ்டீல்) இலைக் காம்பினுள் செல்லுகின்றன.
4. ஒரு சில இலைக்காம்பினுள் இவ்விழுவைகள் சிக்கலான முறையில் உள்ளே செல்லுகின்றன.

சிட்ரஸ் (*Citrus*), *ரெசினஸ்* (*Rincinus*). *விடிஸ்* (*Vitis*, படம்.2.4C), *ஜுக்லன்ஸ்* (*Junglans*, படம். 2.4.D), *பைப்பர்* (படம்.6.4F), *ஃபீனிகுலம்* (படம்.6.4G) போன்ற சிற்றின இலைக்காம்பில் வாஸ்குலார் திசு தொடர் வளையமாகவும், *நீரியம்* (*Nerium*, படம். 6.4E), *இயோனிமஸ்* (*Euonymus*), *மஹோனியா* (*Mahonia*) போன்ற சிற்றினத்தில் பிறை அல்லது அரைவட்ட வடிவிலும், *குக்கர்பிட்டா* (*Cucurbita*), *பெலார் கோணியம்* (படம்.6.4A) தாவரத்தில் தொடர்பற்ற வளையத்திலேயும், *பிளேட்டானஸ்* (*Platanus*) *சாங்குவ் சொர்பா* (படம்.6.4.B) போன்ற சிற்றினங்கள் நிறைவற்ற வளையத்திலேயும், *எரின்ஜியம்* (*Eryngium*), *பாப்புலஸ்* (*Populus*) போன்ற எடுத்துக் காட்டுகளில் ஒருங்கமைந்த மற்றும் சூழ்வட்ட கற்றைகளைக் கொண்டும் உள்ளமைப்பு காணப்படுகிறது. *டிலியா* (*Tilia*), *ரோடோடெண்டிரான்* (*Rhododendron*),

பைப்பர் (படம்.6.4F) போன்ற சிற்றின இலைக் காம்புகளில் புறணிப் பகுதியில் கூடுதலான

கற்றைகள் (Additional Bundles) காணப்படுகின்றன. ஒருவித்திலை இலைக் காம்புகளில் கற்றைகள் பரவலாக அமைந்துள்ளது. *நிம்.'.பியா* இலைக்காம்பில் (படம். 6.4H) இரு விளையத்திலும் அமைந்துள்ளன. இலைக்காம்பின் உள்ளமைப்பு வகைப்பாட்டியலில் தாவரங்களை இனங்கண்டுகொள்வதில் பெரிதும் துணைபுரிகிறது.

7. கணுவின் உள்ளமைப்பு (Anatomy of the Node)

தாவரங்கள் அனைத்தும் வளரும் போது மையத் தண்டு அல்லது அச்சிலிருந்து பக்கக் கிளைகளையும், இலைகளையும், மலர்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இவைகளுக்கு மைய அச்சிலுள்ள முதனிலை வாஸ்குல வளையத்தில் இருந்து வாஸ்குல திசுக்கள் பிரிந்து உட்செல்கிறது. எனவே பக்கக் கிளைகள், இலைகள், மலர்கள் இணைந்துள்ள (கணுக்கள்) இப்பகுதிகளின் உள்ளமைப்பு கணுஇடைப் பகுதிகளில் உள்ள உள்ளமைப்பை விட சற்று வேறுபட்டு காணப்படுகிறது. மைய முதனிலை வாஸ்குலார் வளையத்தில் இருந்து பிரிந்து செல்லும் வாஸ்குல கற்றைகள் வாஸ்குல இழுவைகள் (Vascular Traces) என்றழைக்கப்படும. பக்க கிளைக்குச் செல்லும் வாஸ்குல கற்றைகள் கிளை இழுவைகள் (Branch Traces) என்றும், இலைக்காம்பு அல்லது இலையடிக்குச் செல்லும் வாஸ்குல கற்றைகள் இலை இழுவைகள் (Leaf traces) என்றும் மலர்காம்பிற்குச் செல்லும் வாஸ்குல திசுப்பகுதி மலர் இழுவைகள் (Floral Traces) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. நுண்ணிலை கொண்ட டெரிடோ.'.பைட், தவரங்களில் இம்மாதிரி கிளை இழுவைகள், இலை இழுவைகள், மைய அச்சின் முதனிலை வாஸ்குலக் கற்றைகளில் இருந்து பிரிந்து செல்லும் போது எவ்வித மாற்றமோ, இடையீடுகளோ அல்லது தொடர்பற்ற நிலையோ வாஸ்குல திசுவில் ஏற்படுவதில்லை. இத்தண்டின் கணுப்பகுதியின் நீள்வெட்டுத் தோற்றத்தையும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தையும் காணும் போது இந்நிலையை தெளிவாக அறிந்து கொள்ளலாம்.

பேரிலைடெரிடோ.'.பைட்கள், ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள், ஆஞ்ஜியோஸ் பெர்ம்கள் (குறிப்பாக இருவித்திலை தாவரத் தண்டுகளில்) முதனிலை வாஸ்குலத் திசுவில் இருந்து கிளைக்கோ, மலருக்கோ அல்லது இலைக்கோ வாஸ்குல இழுவை பிரிவுற்று வளைந்து செல்லும்போது அவ்விடத்தில் வாஸ்குலத் திசு தொடர்பற்ற நிலையில், அங்கு எளியவகை பாரங்கைமா திசுக்களே காணப்படும். வாஸ்குலத் திசு தொடர்பற்ற இவ்விடங்கள் இடைவெளிகள் / பொந்துகள் (Gaps or Lacuni) எனப்படும். இது மைய அச்சின் கணுப்பகுதியை நீள் வெட்டுத்

தோற்றத்திலும், குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்திலும் காணும் போது தெளிவாகத் தெரிகிறது. இலைகளுக்கு வாஸ்குலக் கற்றைகள் பிரிந்து இலை இழுவைகளாக செல்லும் போது உண்டாகும் வாஸ்குல திசுத் தொடர்பற்ற இடங்கள் இலைஇடைவெளிகள் அல்லது இலைப்பொந்துகள் (Leaf Gaps) எனப்படும். இந்த இலை இடைவெளிகளால் தண்டில் தண்ணீர் மற்றும் உணவு கடத்தும் வேலைகள் எந்தவகையிலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

ஒரு கணுவில் ஓர் இலைக்கு இழுவைகள் செல்லும் போது அதனால் ஏற்படும் இடைவெளிகளைக் கணக்கில் கொண்டு சின்னட் (Sinnott – 1914) எனும் அறிவியலார் இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் மூன்று வகையான கணு உள்ளமைப்பை விவரித்துள்ளார்.

1. ஓர்இடைவெளிக் கணு (Unilacunar Node) கணுப்பகுதியில் குறுக்கு வெட்டில் ஓர் இலைக்கு இழுவைகள் செல்லும் போது ஒரே ஒரு இடைவெளி மட்டும் காணப்பட்டால் அது ஓர்இடைவெளிக் கணுவாகும் (எ.கா. *பாலியால்தியா* – (*Polyalthia*), *ஸ்பைரேயியா* – (*Spiraea*, படம்.7.1A), *வெரோனிகா* (படம்.7.1D), *யூகலிப்டஸ்* (படம்.7.1G), *லாரஸ்* (படம்.7.1H) *டயான்தஸ்* (படம்.7.1J).
2. மூவிடைவெளிக் கணு (Trilacunar Node): இவ்வகைக் கணுவில் ஓர் இலைக்கு மூன்று இடங்களில் இருந்து வாஸ்குல இழுவைகள் மூன்று இடைவெளிகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டு செல்லுகின்றன. அது மூவிடை வெளிக்கணு எனப்படும் (எ.கா. சாலிக்ஸ் - (Salix. படம்.7,1,B), ஹைபிஸ்கஸ் - (Hibiscus), பிராசிகா (படம்.7.1c), கிரிசான்திமம் (படம்.7.1I).
3. பலஇடைவெளிக் கணு (Multilacunar Node) (படம்.7.1.E) - ஒரு சில தாவரங்களில் ஓர் இலைக்கு, மைய வாஸ்குல வளையத்தின் பல இடங்களில் இருந்தும் வாஸ்குல கற்றைகள், பல இடைவெளிகளை ஏற்படுத்திக் கொணடு இலையடிக்குச் செல்கின்றன. இது பலஇடைவெளிக் கணு எனப்படும் எ.கா. *ருமெக்ஸ்* - (*Rumex*, படம். 7.1E); *அரேலியா* – (*Aralia*).

சின்னட் (Sinnott, 1914) கருத்துப்படி மூவிடைவெளிக் கணு பரிணாமத்தில் பின் தங்கியது என்றும், இரண்டு இலை இழுவைகள் மறைந்து ஓர் இடைவெளிக் கணுவும், பல இலை இழுவைகள் மைய வாஸ்குல வளையத்தில் இருந்து பிரிந்து செல்வதால் பல இடைவெளிக் கணு தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதாகும் (படம்.7.1K). ஓர் இடைவெளிக் கணு இருஇலை இழுவைகளுடன் அமைப்பைக் கண்ட பிறகு மார்ஸ்டென், பெய்லி (1955), ஈசா, 1965 ஆகியோர் கருத்துப்படி மேற்கண்ட கணு உள்ளமைப்பே பரிணாமத்தில் பின் தங்கியது என்றும், மேலும் இத்துடன் இலை இழுவைகளும் இலை இடைவெளிகளும் தோன்றி முறையே மூவிடைவெளி, பல இடைவெளிக் கணுக்கள் தோன்றியிருக்கக் கூடும் என விவரித்துள்ளனர் (படம். 7.1K).

ஓர் இடைவெளிக்கணு இரு இலை இழுவைகளுடன் (Unilacunar Node with Double Traces) கிளிரோடெண்டிரான் (Clerodendron) போன்ற தாவரங்களின் கணுக்களை ஆராயும் போது ஓர் இலைக்கு ஓர் இடைவெளியை ஏற்படுத்திக் கொண்டு இரு இலை இழுவைகள் இலைக் காம்பிற்குள் செல்லுவதை காண முடியும். இது நான்காவது வகைக்கணு உள்ளமைப்பாகக் கருதப்படுகிறது (படம்.7.1.F).

ஒரு வித்திலை தாவர தண்டுகளில் கணுக்களின் உள்ளமைப்பு வலைப்பின்னல் போன்று சிக்கலான முறையில் காணப்படுகிறது. *ராபிஸ் எக்செல்சா* (*Rhapis excelsa*) போன்ற பாமே குடும்ப தாவரத் தண்டுகளில் நடுவில் அமைந்துள்ள பெரிய வாஸ்குல கற்றைகளில் இருந்தும், விளிம்பில் உள்ள சிறிய வாஸ்குல கற்றைகளில் இருந்தும் இலை இழுவைகள் இலை இடை வெளிகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டு இலையடிக்குச் செல்கிறது. எனவே கணுக்களின் குறுக்குவெட்டில் எண்ணற்ற வாஸ்குல கற்றைகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் இலை இழுவைகளைக் கண்டறிவது கடினம். எனினும் தண்டின் நீள்வெட்டுத் தோற்றத்தில் இலை இழுவைகள் தெளிவாகப் புலப்படும் (சிம்மர்மேன், டாம்லின்சன். 1965).

வகைப்பாட்டியலில் கணுக்களின் உள்ளமைப்பு குறிப்பிடத்தக்க முக்கியத்துவம் கொண்டது. குறிப்பாக பரிணாமத்தில் பின்தங்கிய ரானேல்ஸ் துறை சார்ந்த தாவரங்கள் பொதுவாக ஓர் இடைவெளிக் கணுவினையும், மால்வேசி, ஸ்டெர்குலியேசி, டீலியேசி குடும்பத் தாவரங்கள் மூவிடைவெளிக் கணுவையும், பாலிகோனேசி குடும்பத்

தாவரங்கள் பல இடைவெளிக் கனுவின் உள்ளமைப்பையும் கொண்டுள்ளன.

8. முதனிலை உள்ளமைப்பு (Primary Structure)

எல்லா தவாரங்களும் தண்டு, இலை, வேர் என்ற அடிப்படை அமைப்புக்களைக் கொண்டுள்ளன. கருவிலிருந்து தோன்றி, குறிப்பிட்ட காலம் வரை அவை ஒரேசீராக வளர்ச்சியுறுகின்றன. இந்நிலையில் இவைகள் முதனிலை வளர்ச்சியுடன் (Primary structure) காணப்படும். பின்னர் இத்தாவரங்களில் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெற்று குறுக்குப் போக்கிலும் சுற்றளவிலும், உயரப்போக்கிலும் அதிகரித்துவிடுகிறது. இரண்டாம் குறுக்குவளர்ச்சி நடைபெறுவதற்கு முன்னர் உள்ள பொதுப்படையான உள்ளமைப்பே **முதனிலை உள்ளமைப்பு** ஆகும். தாவரங்களில் தண்டு, வேர், இலை இவற்றின் வளர்ச்சி முறையில் தொடர்பும், ஒருமைப்பாடும் இருப்பதைக் காணலாம். ஒரு முழு வளர்ச்சியடைந்த கருவில் உள்ள முளைக் குருத்துப் (plumule) பகுதி தண்டுத் தொகுப்பையும், முளைவேர் (radicle) பகுதி வேர் தொகுப்பையும் தோற்றுவிக்கும். தண்டுத் தொகுப்பின் பிரதான நடுத்தண்டு அதாவது மைய அச்சு கணுக்கள், கணு இடை தூரங்களோடு, இலைகள் கிளைகள், மலர்கள் ஆகிய உறுப்புக்களை தாங்கியுள்ளன. மேலும் நீர், கனிமம் மற்றும் உணவு கடத்தும் வேலையையும் மேற்கொள்கிறது. வேர் தொகுப்பு தண்டுத் தொகுப்பின் தொடர்ச்சியாக வளர்ந்து தாவரத்தை மண்ணில் ஓர் இடத்தில் நிலைநிறுத்தவும், நீர், கனிமங்களை உறிஞ்சிக் கடத்தும் வேலையையும் செய்கிறது.

அ. தண்டுகளின் முதனிலை உள்ளமைப்பு
(Primary Structure of the Stem)

தண்டு, வேர்களின் உள்ளமைப்பில் மூன்று அடிப்படையான திசு அமைப்பு காணப்படுகின்றன. அவை புறத்தோல் திசு, வாஸ்குலார் திசு, ஆதார அல்லது அடிப்படை திசுவாகும், வாஸ்குல திசு ஒரு வளையத்திலோ அல்லது வாஸ்குல கற்றைகளாக பரவலாக சிதறுற்று காணப்படுகின்றது. வாஸ்குல திசுக்களும் அதோடு தொடர்புள்ள ஒரு சில அடிப்படை திசுக்களும் ஒன்று சேர்ந்த தொகுப்பு ஸ்டீல் (Stele)

என்று அழைக்கப்படும். வாஸ்குல கற்றை ஒரு தொடர் வளையத்தில் அமைந்து நடுப்புறம் பித் பகுதியோடு இருந்தால் அவ்வகை ஸ்டீல் யூஸ்டீல் (Eustele) எனப்படும். இருவிதையிலை தண்டுகளில் இத்தகைய அமைப்பைக் காணலாம். ஒருவிதையிலைத் தண்டுகளில் வாஸ்குல கற்றைகள் பரவலாக ஆதாரத்திசுவில் சிதறிய வண்ணமாக காணப்படும். இது அடக்டோஸ்டீல் (Atactostele) எனப்படும்.

புறத்தோல் : இவ்வடுக்கு ஒரு வரிசை செல்லால் ஆக்கப்பட்டது. இச்செல்கள் நீள்சதுரவடிவில் உள்ள எளிய வகை பாரென்கைமாவால் ஆனது. செல் இடைவெளிகள் ஏதும் இன்றி நெருக்கமாய் அமைந்து ஒரு வரம்பு அடுக்காகவும், பாதுகாப்பு அடுக்காகவும் செயல்படும். வெளிப்புறம் க்யூடிகிள் படலத்தால் சூழப்பட்டிருக்கும். இப்படலம் நீராவிப்போக்கை கட்டுப்படுத்தும் ஓர் அடுக்காகவும், நுண்ணுயிரிகள் உட்செல்லாதவாறு தடுக்கும் ஓர் அரணாகவும் உள்ளது. யூஸ்டீல் உள்ள தண்டுகளில் (இருவித்திலை) புறத்தோலுக்கு அடுத்து புறணி காணப்படுகிறது. புறணி பலதரப்பட்ட செல்களால் ஆனது. புறத்தோலை ஒட்டி கோலங்கைமா, அடுத்து குளோரெங்கைமா, பாரெங்கைமா என ஒருசில அடுக்குகள் இருக்கும். இது பலதன்மையப் புறணி (heterogeneous cortex) எனப்படும். இது வலிவூட்டும் அடுக்காகவும், ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் சேமித்தல் போன்ற வேலைகளைச் செய்கின்றன. இருவித்திலைத் தண்டுகளில் மிகக் குறுகலான, அகலம் குறைந்த புறணி காணப்படும். புறணியின் கடைசி அடுக்காக அமைந்திருப்பது அகத்தோல் (Endodermis) ஆகும். ஒரு சில தண்டுகளில் மட்டுமே அகத்தோல் தெளிவாகப் புலப்படுகிறது. இச்செல்கள் பீப்பாய் வடிவத்தில் அமைந்து ஆரப்போக்கு சுவர்கள் தடித்தும் ஸ்டார்ச் மணிகளையும் பெற்றும் காணப்படும். இது ஸ்டார்ச் அடுக்கு (starch sheath) என்றும் அழைக்கப்படும். அகத்தோலுக்கு அடுத்துள்ள பெரிசைக்கிள் பலவரிசை செல்களாலான அடுக்காகும். இதில் பெரும்பாலும், வாஸ்குல கற்றைகளுக்கு வெளிப்புறம் உள்ள செல்கள் ஸ்கிளீரெங்கைமாவாகவும் அடுத்து பாரெங்கைமா என மாறி மாறி அமைந்து காணப்படும். இது வலிவூட்டுதல், சேமித்தல் ஆகிய செயல்திறன் கொண்டது.

வாஸ்குலகற்றைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் உள்ள எளியவகை பாரெங்கைமா செல்கள் மெடுல்லரிரே (Medullary ray) அல்லது பித்ரே (Pithray) எனப்படும். தண்டின் நடுமையத்தில் காணப்படுவது மிக அகலமான குறுக்களவு கொண்ட பித் பகுதியாகும்.

சேமிக்கும் திறன் கொண்ட இப்பகுதி எளியவகை பாரெங்கைமாவால் ஆனது.

அடக்டோஸ்டீல் கொண்ட தண்டுகளில் (ஒரு வித்திலை) புறத்தோலுக்கு அடுத்து ஒரு சில அடுக்குகள் ஸ்கிளீரெங்கைமா உள்ளது. இவ்வலிவூட்டும் அடுக்குகள் புறத்தோலடி அடுக்கு (Hypodermis) எனப்படும். இதனை அடுத்து உட்புறத்தில் உள்ளது பாரெங்கைமா திசுவால் ஆன ஆதாரத்திசு அல்லது தளத்திசுவாகும் (ground tissue) இத்திசுவில் எண்ணற்ற வாஸ்குல கற்றைகள் பரவலாக, சிதறிய வண்ணமாகக் காணப்படும்.

வாஸ்குல கற்றைகள் : தண்டில் முதனிலை வாஸ்குல தொகுப்புகள் தண்டின் அச்சுக்கு இணையாக புரிஇழைகளாக உயரப்போக்கில் அமைந்துள்ளன. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் சைலமும், புளோயமும் ஒரே ஆரத்தில் அமைந்து, புளோயம் வெளிப்புறமாகவும், அதாவது புறத்தோலை ஒட்டியும், சைலம் உட்புறமாகவும் அதாவது தண்டின் மையத்தை நோக்கியும் காணப்படும். இது ஒருங்கமைந்த கற்றைகள் (Collateral bundles) எனப்படும். க்யூகர்பிட்டேசி குடும்பத்தில் புளோயம் சைலத்தின் வெளிப்புறம், மற்றும் உட்புறம் ஆக இரு பக்கங்களிலும் அமைந்திருக்கும். இது இருபக்க ஒருங்கமைந்த கற்றை (Bicollateraal bundles) எனப்படும். முதனிலை சைலத்தில் முன்னால் தோன்றிய சைலம் புரோட்டோ சைலம் (Protoxylem) என்றும், பின்னால் தோன்றிய சைலம் மெட்டாசைலம் (Metaxylem) என்றும் அழைக்கப்படும். புரோட்டோசைலங்கள் குறுகிய குறுக்களவு கொண்டதாகவும், மெட்டாசைல அங்கங்கள் அகலமான குறுக்களவு கொண்டதாகவும் காணப்படும். பொதுவாகத் தண்டுகளில் புரோட்டோ சைல முனைகள் தண்டின் நடுப்பகுதி அதாவது பித் பகுதியை ஒட்டி காணப்படும். இத்தகைய முதனிலை சைலம் உள்நோக்கியது (endarch) எனப்படும். இருவித்திலை தாவர வாஸ்குலார் கற்றைகளில் சைலத்திற்கும், புளோயத்திற்கும் இடையே செயலற்ற நிலையில் கேம்பியத்திசு காணப்படுகிறது. இக்கேம்பியத்தோடு உள்ள கற்றைகள் திறந்த கற்றைகள் (Open bundles) எனப்படும். ஒரு வித்திலை தாவரத் தண்டில், வாஸ்குலார் கற்றைகளில் கேம்பியம் இருப்பதில்லை. இந்நிலையில் இவை மூடியகற்றைகள் (Closed bundles) எனப்படும். ஒருவித்திலை தாவரக்கற்றைகளைச் சூழ்ந்த வண்ணம் ஓர் அடுக்கு அல்லது இரு அடுக்குகளால் ஆன ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்கள் உள்ளன. இக்கற்றை உறை (bundle sheath) செல்கள்

தடிப்புற்றிருப்பதால் வலிவூட்டுதல், பாதுகாத்தல் . போன்ற பணியினை மேற்கொள்ளும்.

வாஸ்குல கற்றைகளில் உள்ள புளோயம் ஒரு கூட்டுத் திசுவாகும். இதில் சல்லடைக் குழாய்கள், துணை செல்கள், புளோயம் நார் செல்கள், புளோயம் பாரெங்கைமா, லாடிசி.'.பெர்கள் போன்ற திசுக்கள் காணப்படுகின்றன. புளோயம் தண்டுத் தொகுப்பு முழுவதும் உணவினைக் கடத்தும் வேலையைச் செய்கிறது. இதேபோல் சைலமும் ஒரு கூட்டுத்திசுவாகும். இதில் வெசல்கள், டிரக்கீடுகள், நார்செல்கள், சைலம் பாரென்கைமா போன்ற பல்வேறு திசுக்கள் ஒருங்கே அமைந்து தண்ணீர் மற்றும் கனிமங்களைக் கடத்தும் வேலையைச் செய்கின்றன.

ஆ. வேர்களின் முதனிலை உள்ளமைப்பு (Primary Structure of Root)

வேர்களும், தண்டுகளும் புற அமைப்பியலில் வேறுபட்டு காணப்பட்டாலும், உள்ளமைப்பின் அடிப்படையில் காணும் போது இரண்டும் தொடர்ச்சியான திசுஅமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. வேர்களில் புறத்தோல் திசு, ஆதாரத் திசு, வாஸ்குல திசு என மூன்று அடிப்படைத் திசுத்தொகுப்புகள் உள்ளன.

வேர்களில் புறத்தோல் ஒரு வரிசை செல்லால் ஆனது. செல்லிடைவெளிகள் ஏதும் இல்லாமல் நெருக்கமாய் அமைந்துள்ளன. மேலும், இது எளியவகை பாரெங்கைமா செல்களால் ஆனது. புறத்தோல் செல்கள் ஆங்காங்கே வெளிப்புறமாக, ஒரு செல்லால் ஆன விரல் போன்ற நீட்சிகளை தோற்றுவிக்கின்றன. இவை **வேர்தூவிகள்** (Root hairs) எனப்படும். வேர்தூவிகள் மண்வெளியிலுள்ள நீரையும், கனிமங்களையும் ஊறிஞ்சிக் கடத்துகிறது. ஊறிஞ்சும் வேலையை செய்வதால் இது உறுஞ்சும் அடுக்கு அல்லது ரைசோடெர்மிஸ் (rhizodermis) என அழைக்கப்படும். இது ஒரு வரம்பு அடுக்காகவும், பாதுகாப்பிற்காகவும் அமைந்துள்ளதால் எபிப்ளெம்மா (epiblemma) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்திலுள்ள ஒட்டுவாழ் (Epiphytes) தாவரங்களின் வேர்கள், காற்று வெளியில் காணப்படுவதால் பலசீர்

அடுக்கு (multiserriate) புறத்தோல் கொண்டு காணப்படுகிறது. இது வெலாமன் (velamen) எனப்படும். வெலாமன் திசு காற்று வெளியிலுள்ள நீரை உறிஞ்சி சேமித்துக்கொள்ளும் தன்மையுடையது.

புறணி : புறணி மிக அகலமானதாகவும், எளிய வகை பாரெங்கைமாவாலும் ஆனது. ஒரு தன்மையப் புறணி (homogeneous) எனப்படும். புறணித்திசு சேமிக்கும் வேலையை மட்டும் செய்யாமல், வேர்தூவிகள் உறிஞ்சும் நீரை சைலத்திற்குள் செலுத்துகிறது. மேலும் காக்கும் வேலையையும் செய்கிறது. புறணியின் கடைசி அடுக்காக அமைந்துள்ளது எண்டோடெர்மிஸ் அல்லது அகத்தோல் ஆகும். இச்செல்களின் ஆரப்போக்குச் சுவர்கள் குறிப்பிடத்தக்க சிறப்பான முறையில் தடிப்புற்று காணப்படும். இதனை முதன் முதல் காஸ்பாரி (Caspary, 1865 – 66) எனும் அறிவியலார் கண்டுபிடித்ததால் இது காஸ்பாரின் பட்டை (Casparian band) என அவர் பெயரிலேயே குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒருசில வேர்களின் புறணியில் செல்விலகுவதாலோ (schisogenous) அல்லது செல்மறைவதாலோ (lisigenous) காற்று இடைவெளிகள் உண்டாகியிருக்கக் கூடும். எண்டோடெர்மிஸ் செல்களில் புரோட்டோ சைல முனைகளுக்கு ஆரப்போக்கில் நேர்கோட்டில் உள்ள செல்கள் தடிப்புகளற்று வழிசெல்கள் (passage cells) என அழைக்கப்படுகின்றன. இச்செல்களின் மூலமாக நீர்பரிமாற்றம் நடைபெறுவதாகக் கருதுகிறார்கள்.

வாஸ்குல தொகுப்பு : வாஸ்குல தொகுப்பு வேர்களின் நடுமையத்தில் காணப்படுகிறது. இத்தொகுப்பு ஓர் அடுக்கால் ஆக்கப்பட்ட பாரெங்கைமா செல்களால் சூழ்ந்திருக்கும். இவ்வடுக்கு பெரிசைக்கிள் (pericycle) எனப்படும். இச்செல்கள் ஒருவித்திலை வேர்களில் பக்கவேர்களைத் தோற்றுவிப்பதிலும், இருவித்திலை வேர்களில் வாஸ்குல கேம்பியம், ஃபெல்லோஜன் மற்றும் பக்கவேர்களைத் தோற்றுவிப்பதில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றது.

தண்டுடன் ஒப்பிடும்போது வேர்களின் வாஸ்குலார் அமைவுமுறை மாறுபட்டுள்ளது. வேரின் குறுக்கு வெட்டைக் காணும் போது சைலம் ஒரு ஆரத்திலும், புளோயம் மற்றொரு ஆரத்திலுமாக மாறி, மாறி அமைந்துள்ளது. இது ஆரக்கற்றைகள் (radial bundles) எனப்படும். சைலத்தில் உள்ள புரோட்டோ சைல முனைகள் புறத்தோலை ஒட்டி அதாவது வெளிப்புறம் நோக்கி அமைந்திருக்கும். இந்த சைலம்

வெளிநோக்கு சைலம் (exarch) எனப்படும். ஆரக்கற்றைகளும், வெளிநோக்கு சைலமும் வேர்களுக்குரிய சிறப்புப்பண்பாகும்.

வேர்களில் ஒரே ஒரு சைலம் கற்றையிருப்பின் அது மோனார்க் (monarch) என்றும், இருகற்றைகள் இருப்பின் டையார்க் (diarch) என்றும், மூன்று, நான்கு, ஐந்து அல்லது ஆறு கற்றைகள் இருப்பின், முறையே ட்ரையார்க், டெட்ரார்க், பெண்டார்க், ஹெக்சார்க் என்றும் அழைக்கப்படும். இவ்வமைப்பு இருவித்திலை வேர்களுக்குரிய பண்பாகும். இந்த எண்ணிக்கைக்கு மேற்பட்டிருந்தால் அது பாலியார்க் (Polyarch) என்று அழைக்கப்படும். ஒருவித்திலை தாவர வேர்களில் பாலியார்க் நிலையில் அதாவது ஆறுக்கும் மேற்பட்ட சைலம் கற்றைகள் புளோயம் கற்றைகளை அடுத்தடுத்து அமைந்த நிலையில் காணப்படுகிறது.

இருவிதையிலை வேர்களின் மையத்தில் பாரெங்கைமாவால் ஆன மிகச் சிறிய பித் பகுதி காணப்படும். எனினும் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெற்று இரண்டாம் சைலம் தோன்றும் போது முதனிலை சைலம் உட்புறம் தள்ளப்பட்டு பித்பகுதியில் அமைந்துவிடும். எனவே பித் செல்கள் முழுவதும் அழிந்தோ அல்லது மறைந்தோ விடுகின்றன. ஒருவித்திலை வேர்களில் காணப்படும் பித் துவக்கத்தில் பாரெங்கைமா செல்களால் ஆக்கப்பட்டு பின்னர் ஸ்கிளீரெங்கைமா செல்களாக மாறி, நிரந்தரமாகக் காணப்படும். சைலம் கூட்டுத்திசு, தண்டில் உள்ளது போல் திசு வேறுபாடுகளைக் கொண்டு நீர், கனிமங்களைக் கடத்தும் வேலையையும், புளோயம் கூட்டுத்திசு உணவு கடத்தும் வேலையையும் மேற்கொள்கின்றன.

9. இரண்டாம் நிலை உள்ளமைப்பு (Secondary Structure)

தாவரங்களில் வளர்ச்சி இருநிலைகளில் நடைபெறுகிறது. இளம் தாவரங்களில் தண்டு, வேர் ஆகியவற்றின் நுனிஆக்குத் திசுக்களால் முதன்நிலை வளர்ச்சி நிகழ்கிறது. பின்னர் பக்க ஆக்குத் திசுவாகிய (Lateral Meristem) வாஸ்குலக்கேம்பியத்தினால் இரண்டாம்நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியினால் தாவரங்கள் குறுக்குப் போக்கிலும், சுற்றளவிலும் அதிகரிக்கின்றன. வாஸ்குலக் கேம்பியம் தோற்றுவிக்கும் இரண்டாம் சைலமும் இரண்டாம் ஃபுளோயமுமே சுற்றுவளர்ச்சிக்கான ஆதாரத்திசுக்களாகும். இவையல்லாமல் குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்காக பெரிடெர்ம் எனும் அடுக்கு, மற்றுமொரு பக்கஆக்குத் திசுவான ஃபெல்லோஜனால் (Phellogen) தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

இருவிதையிலை, ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் இம்மாதிரி குறுக்கு வளர்ச்சி பெருமளவில் நடைபெறுகிறது. எனினும் ஒரு சில ஒருவிதையிலைத் தாவரங்களில் காணப்படும் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கு காரணம் முதன்நிலை பருமனாக்குத்திசுவாகும் (Primary thickening meristem). இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி தண்டு வேர்களில் மட்டுமல்லாமல் கிளைகளிலும், ஒரு சில இலைக்காம்புகளிலும் நடைபெறுகிறது.

வாஸ்குலக் கேம்பியம்: - இது ஒரு பக்கஆக்குத் திசுவாகும். தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் அச்சுக்கு இணையாக ஓர் உள்ளீடற்ற வளையமாக, வாஸ்குலக் கேம்பியம் தோன்றுகிறது. இது ஓர் அடுக்கால் ஆக்கப்பட்டது. உட்புறமும் வெளிப்புறமும் இரண்டாம் நிலைத் திசுக்களை தோற்றுவிக்கிறது. பல நூறு ஆண்டுகள் வாழும் தாவரங்களில் வாழ்நாள் முழுவதும் வாஸ்குலக் கேம்பியம் செயல்பட்டு புதிய திசுக்களைத் தோற்றுவித்துக் கொண்டே இருக்கும். ஏனைய திசுக்களோடு வாஸ்குலக் கேம்பியத்தை ஒப்பிடும்போது இது நிலைபேறான சிறப்புத் திசுவாகக்கருதப்படுகிறது.

அ. இருவிதையிலைத் தாவரத்தண்டு, வேர் - குறுக்கு வளர்ச்சி (Secondary Growth in Dicot Plants)

தண்டின் முதன்நிலை அமைப்பு: - குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் தண்டினைக் காணும் போது, வெளிப்புறம் ஓர் அடுக்கால் ஆக்கப்பட்ட புறத்தோலும் அதனை அடுத்து பல தன்மைய புறணியும் அமைந்துள்ளன. இதில் காணப்படும் ஸ்டீல் யூஸ்டீல் வகையாகும். யூஸ்டீலில் திறந்த ஒருங்கமைந்த உள்நோக்கிய சைலம் கொண்ட வாஸ்குல கற்றைகள் ஒரு வளையத்தில் அமைந்து, நடுவில் அகலமான பித் பகுதியோடு காணப்படும்.

தண்டுகளில் வாஸ்குலக் கேம்பியம் தோன்றும் முறை: - முதன் நிலை வாஸ்குலத் திசுக்கள் புரோகேம்பியத் தோற்றுவிகளால் உண்டாக்கப்படுகிறது. முதன்நிலை வளர்ச்சி நின்ற பிறகும், கற்றைகளில் காணப்படும் புரோகேம்பியங்கள் ஆக்குத்திசுத் தன்மையை இழப்பதில்லை. கற்றையினுள் காணப்படும் இவ்வாக்குத்திசு முதலாம் வளர்ச்சி நிலையிலுள்ள தண்டில் செயலற்ற நிலையில் உள்ளது. வாஸ்குலக் கற்றைகளுக்கிடையே மையபித்கதிர் (Medullary rays) காணப்படுகின்றன. இது எளிய வகை பாரங்கைமா செல்களால் ஆனது. குறுக்குவளர்ச்சியின் முதற்படியாக, வாஸ்குலக் கற்றைகளில் முதலாம் ்புளோயத்திற்கும், முதலாம் சைலத்திற்கும் இடையில், வேறுபாடு முற்று பெறாத நிலையில் எஞ்சி நிற்கும் புரோகேம்பியம் (Residual procambium) வேறுபாடடைந்து வாஸ்குலக் கேம்பியமாக உருவாகிறது. இக்கேம்பியத்திற்கு கற்றையுட்பட்ட கேம்பியம் (Fascicular cambium) என்று பெயர் (படம்.9.1A). அதே சமயத்தில் வாஸ்குல கற்றைகளுக்கிடைப்பட்ட மையபித்கதிர் பாரன்கைமா செல்கள் வேறுபாடடைந்து, கற்றைஇடைப்பட்ட கேம்பியத்தை (Interfascicular cambium) உருவாக்குகிறது (படம்.9.1B). இதன் பின்னர் கற்றையுட்பட்டக் கேம்பியமும், கற்றை இடைப்பட்டக் கேம்பியமும் பக்கவாட்டில் இணைந்து ஒரு கேம்பிய வளையத்தை உண்டாக்குகின்றன (படம்.9.1C). இவ்வளையம் கற்றைகளிலுள்ள முதனிலை சைலத்திற்கும், முதனிலை புளோயத்திற்கும் இடையே, அச்சிற்கு இணையாக ஓர் உள்ளீடற்ற உருளையாக அமைந்துள்ளது. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் வாஸ்குலார் கேம்பியம் ஓர் அடுக்கால் ஆன ஒரு வளையமாகப் புலப்படும். தண்டுகளில் வாஸ்குலக் கேம்பியம் இவ்விதம் தோன்றுகிறது.

வேரின் முதன்நிலை அமைப்பு: - இளம் வேர்களை குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும் போது வெளிப்புறம் ஓர் அடுக்காலான

புறத்தோலும் அதனை அடுத்து அகலமான புறணியும், புறணியின் கடைசி அடுக்காக அகத்தோலும் உள்ளது. இதனை அடுத்து ஓரடுக்கு பெரிசைக்கிளும் அதன் உட்புறம் சைலம், ஃபுளோயம் ஆரக்கற்றைகளாக உள்ளன. சைலமும் ஃபுளோயமும் இருதொகுப்புக்கள் முதல் பல தொகுப்புக்கள் வரை காணப்படலாம். வேரின் மையத்தில் பித் பகுதி முற்றிலும் தென்படாமலோ அல்லது சிறிய பாரங்கைமா பித் பகுதியுடனோ காணப்படலாம்.

வேர்களில் வாஸ்குலக் கேம்பியம் தோன்றும் முறை: - முதனிலை ஃபுளோயத்திற்கு உட்புறமாக அமைந்துள்ள இணைப்புத்திசு பாரங்கைமா செல்களில், சில செல்கள் ஆக்குத்திசுவாக வேறுபாடு அடைகிறது (படம்.9.2A). அதே நேரத்தில் புரோட்டோசைல முனைகளுக்கு எதிராக வெளிப்புறம் அமைந்துள்ள பெரிசைக்கிள் செல்கள் பரிதிக்கு இணையான பகுப்படைந்து உட்புறமாக ஆக்குத் திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன (படம்.9.2B). முதனிலை ஃபுளோயத்திற்கு உட்புறம் தோன்றிய ஆக்குத் திசுக்களும், பெரிசைக்கிளிலிருந்து தோன்றிய ஆக்குத் திசுக்களும் பக்கவாட்டில் இணைந்து தொடர்ச்சியான ஓர் அடுக்கு வாஸ்குலக் கேம்பியத்தை உருவாக்குகின்றன. துவக்கத்தில் வாஸ்குல கேம்பியம் மேடு பள்ளங்களுடன் நட்சத்திர அமைப்பிலிருக்கும் (படம்.9.2B). முதனிலை புளோயத்திற்கு உட்புறம் தோன்றிய கேம்பியப் பகுதிகள் முதலில் விரைவாக செயல்பட்டு இரண்டாம் நிலை சைலத்தை உட்புறமாக தோற்றுவிப்பதால் இக்கேம்பியப் பகுதிகள் வெளிப்புறமாக உந்தப்பட்டு கேம்பியம் ஒரு வட்டவடிவ வளையமாகிறது. இவ்விதம் ஓர் அடுக்காலான கேம்பியம் உள்ளீடற்ற உருளையாக வேர்களில் உருவாகிறது. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் கேம்பியம் ஓர் அடுக்கால் ஆன வளையமாகத் தென்படும்.

வாஸ்குலக் கேம்பியம் செயல்படும் முறை: - தண்டுகளிலும் வேர்களிலும் கேம்பியம் ஒரே மாதிரி செயல்படும் வாஸ்குலக் கேம்பியத்தில் இருவகையான தோற்றுவிகள் உள்ளன. இவை கதிர்கோல் தோற்றுவிகள் (Fusiform initials) கதிர் தோற்றுவிகள் (Ray initials) ஆகும். இத்தோற்றுவிகள் பரிதிக்கு இணையாக பகுப்படைந்து குவிமையப் போக்கில் (Centripetally) இரண்டாம் நிலை சைலத்தை உட்புறமும், விரிமையப் போக்கில் (Centrifugally) இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தை வெளிப்புறமும் உண்டாக்குகின்றன. இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கு இத்திசுக்களே ஆதாரமானவை (படம்.9.1, C. 9.2C).

இரண்டாம் நிலை சைலம் (Secondary Xylem): - கேம்பியத் தோற்றுவிகளிலிருந்து கேம்பிய வளையத்தின் உட்புறமாக சைலம் தோன்றல்கள் உருவாகின்றன. இத்தோன்றல்கள் முறையே மாற்றமடைந்து வெசல் அங்கங்கள், டிரக்கீடுகள், சைலம் பாரன்கைமா, ஸ.ஃலம் நார் செல்கள், சைலம் கதிர்கள் என அவற்றின் செயல்திறனுக்கேற்ப வேறுபாடுற்று உருமாறுகின்றன. வாஸ்குலக் கேம்பியம் குவிமையப் போக்கில் அதிகத் தோன்றல்களை உருவாக்குவதால் இரண்டாம் சைலத்தின் அளவு இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தை விட பலமடங்கு அதிகமாக உள்ளது. அதிக அளவு இரண்டாம் நிலைத் திசுக்கள் உண்டாகிக் கொண்டே இருப்பதால் முதன்நிலை சைலம் உள்நோக்கி அழுத்தப்பட்டு பித்தின் விளிம்புப் பகுதியில் காணப்படும் (படம்.9.1D). வேர்களில் காணப்படும் மிகச்சிறிய பித் பகுதியும் முதனிலை சைலம் நடுப்பகுதியை நோக்கித் தள்ளப்படுவதால் முழுவதுமாக மறைந்து விடும் (படம்.9.2.D,E). தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் ஒரே மாதிரியாக இரண்டாம் நிலை சைலம் தோற்றுவிக்கப்பட்டாலும் வேர்களில் உள்ள இரண்டாம் சைலம் ஒரு சில வேறுபாடுகளோடு காணப்படும். வேர்களில் அதிக அளவு சைலம் அச்சுப் பாரங்கைமா, குறைந்த அளவு நார்செல்கள் காணப்படும். வெசல்களில் குறுக்களவு தண்டுகளில் காணப்படுவதைவிட அதிகமாக இருக்கும். கதிர் பாரங்கைமா அதிக அளவிலும், நீள, அகலமான டிரக்கீடுகளும் வேர்களில் உள்ளன. உயிர்ப்புத்தன்மை கொண்ட செல்கள் அதிக அளவிலும், செல்களில் டானின் அளவு குறைந்தும் உள்ளன (படம்.9.1D, 9.2D, 9.3)..

இரண்டாம் நிலை புளோயம்: - வாஸ்குலக் கேம்பியம் விரிமையப் போக்கில் பரிதிக்கு இணையாக பகுப்படைந்து ஃபுளோயம் தோன்றல்களை வெளிப்புறமாக உண்டாக்கும். இத்தோன்றல்கள் சல்லடைக் குழாய்கள், துணை செல்கள், ஃபுளோயம் பாரங்கைமா, ஃபுளோயம் நார் செல்களாக மாறுபாடு அடைகின்றன. புதிதாகத் தோன்றிய இரண்டாம் ஃபுளோயம் முதன்நிலை புளோயத்தை வெளிப்புறம் அழுத்துவதால் இப்ஃபுளோயம் செயலற்றதாகி பின்னர் மறைந்துவிடுகிறது.

வாஸ்குலக் கேம்பியத்தில் அமைந்துள்ள கதிர் தோற்றுவிகள் கதிர் தோன்றல்களை உருவாக்கும். இவை கதிர் செல்களாக மாறுபாடு அடைகின்றன. இவைஆரப்போக்கில் நீண்ட பட்டையான அமைப்புக்களாக இரண்டாம் நிலை சைலத்திலும், இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்திலும் அமைந்துள்ளன. சைலத்தில் செல்லும் கதிர்கள்

சைலம் கதிர் (Xylem ray) என்றும் ஃபுளோயத்தில் செல்லும் கதிர் ஃபுளோயம் கதிர் (Phloem ray) என்றும் அழைக்கப்படும் (படம்.9.1D, 9.2E, 9.3).

தட்பவெட்பத்திற் கேற்ப வாஸ்குலக் - கேம்பியத்தின் செயல்திறன்:

வசந்த காலங்களில் தோன்றும் இரண்டாம் நிலை சைலத்தின் வெசல்களின் குறுக்களவு பெரியதாகவும், கோடைகாலங்களில் தோன்றும் வெசல்களின் குறுக்களவு குறுகலாகவும் காணப்படும். வசந்த காலத்தில் தோன்றும் இரண்டாம் நிலை சைலம் வசந்த காலக் கட்டை (Spring wood) அல்லது முன்கட்டை (Early wood) என்றும், கோடை காலத்தில் தோன்றும் இரண்டாம் சைலம் கோடைகாலகட்டை (Summer Wood) அல்லது பின்கட்டை (Late Wood) என்றும் வழங்கப்படும். இவ்விரண்டு கட்டைகளும் ஒன்று சேர்ந்த அமைப்பு ஓர் ஆண்டு வளையம் (Annual ring) ஆகும். இதை வளர்ச்சி வளையம் (Growth ring) என்றும் கூறுவர். இரண்டாம் நிலை சைலத்தில் (கட்டைகளில்) ஆண்டு வளையங்கள் கண்களுக்கு வட்ட வடிவான கோடுகளாகப் புலப்படும். ஆண்டு வளையங்களைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் அத்தாவரத்தின் வயது, வாழ்நாளின் தட்பவெட்ப நிகழ்வுகள், மாற்றங்கள் ஆகியவற்றைக் க்ண்டறியலாம்.

கட்டைகளின் அமைப்பு (Structure of Wood): - குறிப்பிடத்தக்க அளவு இரண்டாம் வளர்ச்சி அடைந்த கட்டைகளில் இரண்டு பகுதிகளை கண்டறியலாம். கட்டையின் நடுப்பகுதியில் அமைந்துள்ள சைலம் செல்கள் நீர்கடத்தும் செயலை இழந்து இறந்த நிலையை அடைகின்றன. அப்பகுதி இதயக் கட்டை / வைரக் கட்டை (Heart wood / Duramen) எனப்படும். இப்பகுதி ஆழ்ந்த நிறத்தில் காணப்படும். இதில் உள்ள செல்களின் சுவர்கள் முற்றிலும் நீரை இழந்த நிலையிலுள்ளன. சேமிப்புப் பொருட்களாக எண்ணெய், மியூசிலேஜ், பிசின், டேனின், ஆல்கலாய்டுகள், நறுமணப் பொருட்கள், வண்ணப்பொருட்கள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. வெசல்களின் உட்கூடு (Lumen) பலூன் போன்ற டைலோஸ்கள் (Tyloses) அமைப்புக்களால் அடைபட்டு விடுவதால் நீர்கடத்தும் செயல் தடைபட்டுவிடுகிறது. இதனால் இக்கட்டை கெட்டித்தன்மை பெற்று கடினமாகமாறி செயலற்ற கட்டையாக (Inactive wood) ஆகிவிடுகிறது.

இக்கட்டை நுண்ணுயிரிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இது மரத்திற்கு உறுதித்தன்மையை அளிக்கிறது. பெரும் மரங்கள் நிலைத்து நிற்பதற்கு முக்கியக் காரணம் உறுதியான இதயக் கட்டைகளேயாகும். எனினும், சிலவகை மரங்களில் இதயக்கட்டையிலுள்ள செல்களில் நுண்ணுயிர்க்கொல்லி பொருட்கள் காணப்படுவதில்லை. மாறாக, பூச்சிகளும், பூஞ்சைகளும் வாழ்வதற்கான சூழ்நிலை இதயக்கட்டையின் செல்களில் அமைந்திருப்பதால், இவ்வுயிரினங்கள் இதயக் கட்டையின் திசுக்களை அழித்து நாளடைவில் இருதயக்கட்டை முழுவதும் மறைந்து விடச்செய்கின்றன. இதனால் பருமனான குறுக்களவுள்ள பெரிய மரங்களின், நடுப்பகுதி உள்ளீடற்றதாக்கக் காணப்படும். எனினும் மரங்கள் வளர்வது எவ்விதத்திலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

இதயக்கட்டையை சூழ்ந்த வண்ணம் அமைந்துள்ளது சாற்றுக்கட்டை **(Sapwood / Alburnum)** ஆகும். இது உயிர்ப்புள்ள செல்களைக் கொண்டுள்ளது. வெளிர் நிறத்திலுள்ள சாற்றுக்கட்டை நீரைக் கடத்தும் வேலையையும், சேமிக்கும் வேலையையும் மேற்கொள்கிறது. வெசல்கள், டிரக்கீடுகள், நார் செல்கள் இக்கட்டைக்கு உறுதியையும், வலிவையும் கொடுக்கின்றன. இக்கட்டையிலுள்ள பாரங்கைமா செல்கள் உணவுப்பொருட்களைக் கடத்துதல், சேமித்தல் ஆகிய வேலையை செய்கின்றன. இக்கட்டை உயிர்ப்புள்ள கட்டை அல்லது செயலுள்ள கட்டை (active wood) எனப்படும். இதயக்கட்டை சிதைந்துவிட்ட உள்ளீடற்ற மரங்களில் சாற்றுக்கட்டையே செயல்பட்டு மரத்தைப் பாதுகாக்கிறது.

டைலோசஸ்கள்: - டைலோசஸ்கள் வெசல்களின் நடுவில் உள்ள உட்கூடு பகுதியை அடைத்த வண்ணம் காணப்படும் பலூன் போன்ற அமைப்புகள். வெசல்களோடு தொடர்பு கொண்டுள்ள பாரங்கைமா செல்சுவர் வெசல்களில் காணப்படும் குழிகளின் வழியாக ஊடுருவி வளர்ந்து வெசல்களின் உட்புற உட்கூடு (Lumen) பகுதியில் பலூன் போன்ற அமைப்பாக மாறிவிடும். இவ்வமைப்பில் உள்ளே பாரங்கைமா செல்லில் உள்ள சைட்டோபிளாசமும் உட்கருவும் சென்றடைகின்றன. பின்னர் முதிர்ச்சி அடையும்போது இவை படிகங்கள், பிசின், மியூசிலேஜ் இவற்றால் நிரப்பப்பட்டுவிடும். ஒரு வெசல் அங்கத்தின் உட்கூடு பகுதியில் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக பலடைலோசஸ்கள் தோன்றக்கூடும். இதனால் இந்த வெசல்களில் நீரகடத்தும் வேலை நிறுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இதயக்கட்டையிலுள்ள வெசல்களில் டைலோசஸ்கள் காணப்படுகின்றன.

பெரிடெர்ம் (Periderm) தோற்றமும் அமைப்பும் : - புறத்தோலுக்கு உட்புறத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் இரண்டாம் நிலை பாதுகாப்பு அடுக்கிற்கு **பெரிடெர்ம்** என்றுபெயர். அவை வெளிப்புற அடுக்குகளாக அமையும் **∴பெல்லம்** (Phellem) நடுப்புற ஒரே அடுக்காகிய **∴பெல்லோஜன்** (Phellogen) உட்புற அடுக்குகளாகிய **∴பெல்லோடெர்ம்** (Phelloderm) ஆகியவை ஆகும் (படம்.9.1D, 9.2E, 9.3).

∴பெல்லோஜன் (Phellogen) : - ∴பெல்லோஜன் ஓர் ஆக்குத்திசு. ஓர் அடுக்கால் ஆன இவ்வாக்குத்திசு தொடர்ந்து பரிதிக்கு இணையாக பகுப்படைந்து வெளிப்புறம் பல அடுக்குகள் ∴பெல்லம் செல்களையும், உட்புறம் ஒருசில அடுக்குகள் ∴பெல்லோடெர்ம் செல்களையும் உண்டாக்குகிறது (படம்.9.1D, 9.2E).

∴பெல்லம் (Phellem): - ∴பெல்லோஜன் செல்கள் பரிதிக்கு இணையாக பகுப்படைந்து, வெளிப்புறம் பல செல் அடுக்குகளை வரிசையாகத் தோற்றுவிக்கும். இது **∴பெல்லம்** எனப்படும். இச்செல்கள் சதுர அல்லது நீள்சதுர வடிவில் அமைந்துள்ளன. செல்சுவர்களில் **சூபரின்** என்ற சுவர்ப்பொருள் படிந்து தடிப்புற்றுள்ளன. செல் இடைவெளி ஏதும் இல்லாமல் நெருக்கமாய் அமைந்திருக்கும். இது பாதுகாக்கும் அடுக்காகவும் அதே சமயத்தில் வலிவூட்டும் அடுக்காகவும் செயல்படும் திறன் கொண்டது.

∴பெல்லோடெர்ம் (Phelloderm): - ∴பெல்லோஜன் அடுக்கிலுள்ள ஆக்குத்திசு செல்கள் உட்புறமாகப் பகுப்படைந்து ஒரு சில அடுக்குகள் பாரங்கைமா செல்களை உண்டாக்குகிறது. இப்பகுதிக்கு ∴பெல்லோடெர்ம் என்றுப்பெயர். இது புறணி செல்களை ஒத்திருக்கும். எனவே, இரண்டாம் நிலை புறணி என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இச்செல்கள் சேமிக்கும் பொருட்களைக் கொண்டிருக்கும். ∴பெல்லோடெர்ம் மிகக் குறுகிய சில அடுக்குகளாகவோ, அகன்ற பல அடுக்குகளாகவோ அமைந்திருக்கலாம்.

லெண்டிசெல்கள்: - லெண்டி செல்கள் ∴பெரிடெர்ம் மேற்பரப்பில் சற்று மேலெழுந்த வாரியாக காணப்படும் அமைப்புக்கள். லெண்டிசெல்கள் காற்றுத்துளைகளைப் போல் காற்றுப் பரிமாற்றம் நிகழும் சாரளங்களாக

ஃபெரிடெர்மில் செயல்படுகின்றன (மேலும் விளக்கத்திற்கு பெரிடெர்ம் அத்தியாயத்தைக்காண்க).

பட்டை (BARK): - வாஸ்குலக் கேம்பியத்திற்கு வெளிப்புறம் அமைந்துள்ள திசுக்களாகிய இரண்டாம நிலை, புறணி, ஃபெரிடெர்ம், புளோயம் அனைத்தும் பட்டைத்திசு எனப்படும். முதிர்வடைந்த பட்டைத்திசு மரத்திலிருந்து நீக்கப்பட்டு உரிந்து விழுந்து விடும்.

ஆ. பெரிடெர்ம் (Periderm)

தோற்றம்

பெரிடெர்ம் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறும் போது வெளிப்புற அடுக்காக உண்டாகின்றது. சிறு செடிகளில் முதிர்ச்சியடைந்த ஒரு சில பாகங்களில் குறைந்த அளவு பெரிடெர்ம் தோன்றுகிறது. ஒருவித்திலை தாவரங்களில் பெரிடெர்ம்க்கு ஒப்பான அடுக்குற்ற கார்க் (Storied Cork) இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்காகச் செயல்படும். குளிர்கால மொட்டுக்களை (Winter buds) மூடியிருக்கும் செதில்கள் கார்க் திசுக்களை பாதுகாப்பிற்காக உண்டாக்கிக் கொள்கிறது. இலை, காம்பு, கிளைகள் உதிர்ந்து விடும்போதோ அல்லது ஒடிந்து விழும் போதோ பெரிடெர்ம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. தாவரங்களில் காயங்கள், வெட்டுக்கள், சிதைவுகள் போன்ற பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் காயஃபெல்லோஜன் (Wound Phellogen) தோன்றி அதிலிருந்து காயபெரிடெர்ம் (Wound periderm) உண்டாகி பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகள் மூடப்படுகின்றன. சிலவேளைகளில் இரண்டாம் சைலத்தின் உட்பகுதியில் கார்க் தோன்றக் கூடும். இது சைலம் இடைப்பட்ட கார்க் (Interxylary cork) எனப்படும்.

பொதுவாகக் குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது இரண்டாம் சைலம் உட்புறமாக தோன்றும் அதே சமயத்தில் பெரிடெர்ம் வெளிப்புறம் தோன்றுகிறது. சில நேரங்களில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி ஆரம்பிப்பதற்கு முன்னாலேயோ அல்லது இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெற்று பல மாதங்கள் அல்லது சில ஆண்டுகள் கழித்தும் தோற்றுவிக்கப்படலாம். *சிட்ரஸ்* (*Citrus*), *அகேஷியா* (*Acacia*),

யூகலிப்டஸ் (*Eucalyptus*) போன்ற தாவரங்களின் புறத்தோல் செல்களும் அதற்கு உட்புறமுள்ள செல்களும் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறும்போது அதை ஈடுசெய்யும் வகையில் பகுப்படைந்து புதிய செல்களைத் தோற்றுவித்துக் கொண்டே இருப்பதால் பெரிடெர்ம் காலங்கடந்து தோன்றுகிறது.

∴பெல்லோஜன் அமைப்பும் (Phellogen), தோற்றமும்

∴பெல்லேஜன் இரண்டாம் நிலையில் தோன்றும் ஒரு பக்க ஆக்குத்திசுவாகும் (Lateral Meristem) இது வாஸ்குல கேம்பியத்தைப் போல் அல்லாமல் ஒரு தரப்பட்ட தோற்றுவிச் செல்களால் ஆனது. குறுக்கு வெட்டில் காணும் போது நீள் சதுரவடிவாகவும், நீள்வெட்டில் காணும் போது நீள்சதுரம் அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவிலும் காணப்படும். இச்செல்கள் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம், டேனின், வாக்யூல், முழு வளர்ச்சியடைந்த, பகுப்படையும் திறன் கொண்ட உட்கரு ஆகியவைகளைக் கொண்டிருக்கும். இச்செல்கள் பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் (பெரிக்ளைனல்) பகுப்படைந்து உட்புறம் ஒரு சில அடுக்குத் தோன்றல்களையும் வெளிப்புறம் பல அடுக்குத் தோன்றல்களையும் தோற்றுவிக்கும். இவை முறையே, ∴பெல்லோடெர்ம், ∴பெல்லம் அடுக்குகளாக வேறுபாடுற்று வளர்ச்சியடைகிறது. ∴பெல்லோஜன் சுற்றளவை அதிகரித்துக் கொள்ள அரிதாக, பரிதிக்கு நேர்குத்து பகுப்பையும் (ஆண்டிக்ளைனல்) அடைகிறது.

தண்டு, வேர்களில் ஏற்கனவே உள்ள எளிய வகை பாரென்கைமா செல்கள் பின்வளர்ச்சி மாறுபாடுகளை (dedifferentiation) அடைவதால் பெல்லோஜன் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இச்செல்கள் பொதுவாக புறத்தோல், புறணி அல்லது பெரிசைக்கிள் போன்ற இடங்களில் உள்ள பாரெங்கைமா செல்களாக இருக்கலாம். *நீரியம் ஓலியாண்டர்* (*Nerium oleander*), *பைரஸ்* (*Pyrus*) போன்ற தாவரங்களில் புறணி செல்களில் இருந்தும் (படம்.9.4.1A), *ரோபினா* (*Robina*), *அரிஸ்டலோகியா* (*Aristolochia*) போன்ற உதாரணங்களில் புறணியின் இரண்டாவது அல்லது முன்றாவது அடுக்கிலிருந்தும் (படம்.9.41B), காமெல்லியா (*Camellia*), *விட்டிஸ்* (*Vitis*), *ப்யூனிகா* (*Punica*) போன்ற தாவரங்களில் வாஸ்குல கேம்பியத்தின் வெளிப்புறத் திசுக்களில் இருந்தும், வேர்களில் பொதுவாக பெரிசைக்கிள் பாரெங்கைமா செல்களிலிருந்தும் (படம்.9.4.2), ∴பெல்லோஜன் தோன்றுகிறது. ∴பெல்லோடெர்ம் அடுக்கினை தோற்றுவிக்கும் அதேநேரத்தில்

வெளிப்புறம் இரண்டு முதல் இருபது அடுக்கு ∴பெல்லம் (கார்க்) செல்களை கொடுக்கிறது. தண்டு, வேர்களின் உட்புறத்திசுவில் இருந்து தோன்றும் பெரிடெர்ம்கள் பல ஆண்டுகள் நிலைத்த தன்மை உடையதாக இருக்கும் (*பெர்பெரிஸ் - Berberis, பியூனிக்கா – Punica*). வெளிப்புற திசுக்களாகிய புறணி, புறத்தோல் செல்களில் இருந்து தோன்றும் பெரிடெர்ம், அடுத்தடுத்து உட்புறம் புதியதாக தோன்றும் பெரிடெர்ம்களினால் அகற்றப்பட்டுவிடுகின்றன. சூழ்நிலை காரணிகளாலும், நோய், காயம் போன்ற புறக்காரணிகளாலும் பாதிக்கப்படும் போது தாமதப்பட்டோ அல்லது உடனடியாகவோ பெரிடெர்ம் உண்டாக்கப்படலாம்.

∴பெல்லம் (கார்க் - Cork, படம். 9.4.1B)

∴பெல்லம் அடுக்குகள் கடினமான செல்களால் ஆன இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்காகும், மேலும் இது வலிமையும், உறுதியினையும் அளிக்கும் திசுவடுக்காகும். இச்செல்கள் சதுரவடிவினதாகவும், சுபரின் படிவதால் தடிப்புற்ற செல்களாகவும் காணப்படும். சுபரின் படிந்த பின் சிலசமயம் செல்லுலோஸ்சும், லிக்னினும் படியக் கூடும். செல் சுவர்களில் குழிகள் காணப்படுவதில்லை. எலக்ட்ரான் நுண்நோக்கியில் காணும்போது, இச்செல்களில் பிளாஸ்மோடெஸ்மேட்டாக்களும், செல் சுவரில் முதலில் செல்லுலோஸ் அடுக்கும், அடுத்து சுபரின் நுண் அடுக்கு (Subrin lamella), மெழுகு நுண் அடுக்கு (Wax lamella) என மாறி மாறிப்படிந்தும், உட்புறத்தில் செல்லுலோஸ் அடுக்காலும் ஆக்கப்பட்டிருப்பது புலனாகிறது. சில கார்க் திசுக்களில் சுபரின் படியாத செல்சுவர் கொண்ட செல்களும் காணப்படுகின்றன. அவைகளுக்கு ∴பெல்லாய்டுகள் (Phelloids) என்று பெயர். சில சமயம் ∴பெல்லாய்டுகள் ஸ்கிளிரென்கைமா போன்று தோற்றமளிக்கலாம்.

ரெசின், டானின் போன்ற பொருட்கள் அடர்த்தியாக கார்க் செல்களில் நிறைந்திருப்பதால், பழுப்பு, மஞ்சள் மற்றும் இளஞ்சிவப்பு நிறங்களில் காணப்படும். செல்கள் முதிர்ச்சி அடையும் போது அவற்றில் காற்று மற்றும் சேமிப்புப் பொருட்களால் நிரப்பப்பட்டு, உயிரிழந்த செல்லாக மாறி விடுகிறது. காற்று நிரம்பிய கார்க் செல்கள் லேசானதாகவும், நீர். எண்ணெய் அமிலம் போன்றவை உட்புகாததாகவும், என்சைம், அமிலம், உப்பு, காரம் போன்ற கரைசல்களினால் பாதிக்கப்படாத அடுக்காகவும் மாறிவிடுகிறது.

இத்தகைய இயற்கையான பண்புகளினால் கார்க் வர்த்தகரீதியாக பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக உள்ளது.

குர்கெஸ் சூபர் (*Quercus suber*) என்ற கார்க் (Cork tree) மரம், வர்த்தகத் துறையில் பயன்படும் கார்க்கைக் கொடுக்கக் கூடியது. இம்மரத்தில், ∴பெல்லோஜன் புறத்தோலில் இருந்து தோன்றுகிறது. இது பல ஆண்டுகள் நிலைத்திருக்கக்கூடிய கார்க் பகுதியை தோற்றுவிக்கிறது. இருபது ஆண்டுகள் நிறைவுற்றதும் சுமார் 40 செ.மீ. குறுக்களவு கொண்ட மரமாக இருக்கும் போது முதன் முதலில் பெரிடர்ம் அகற்றப்படுகிறது. அந்நிலையில் காற்று வெளிக்கு வெளிப்படும் புறணி செல்கள் உலர்ந்து இறந்துவிடுவதால், அதற்கு உட்புறமாக உள்ள உயிருள்ள புறணி அடுக்குச்செல்கள் பின்வளர்ச்சி மாற்றங்களை (dedifferentiation) அடைந்து புதியதொரு ∴பெல்லோஜனை உருவாக்குகிறது. இது செயல்பட்டு, முந்தைய அளவை விட அதிக அளவு கார்க் அடுக்குகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவ்விதம் ஒவ்வொரு முறையும் பெரிடர்ம் அகற்றப்படும்போது புதிய கார்க் அதிக அளவில் தோன்றிக் கொண்டே இருக்கும். இவ்விதம் வர்த்தகத் துறையில் கார்க் உரித்து எடுக்கிறார்கள்.

சின்கோனா அ∴பிசினாலிஸ் (*Cinchona officinalis*) தாவரப் பட்டையிலிருந்து க்யூனைன் (Quinine) மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. *சின்னமோமம்* சிற்றினங்களின் பட்டைகள் வாசனைப் பட்டைகளாகவும் *யூகலிப்டஸ்* பட்டைகள் தைலம் எடுக்கவும் பயன்படுகிறது.

∴பெல்லோடெர்ம் (Phelloderm)

∴பெல்லோஜன் ஆக்குத்திசு பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் பகுப்படைந்து தண்டின் உட்புறமாக ∴பெல்லோடெர்ம் செல்களை உண்டாக்கும். இச் செல்கள் ∴பெல்லோஜன் செல்களைப் போலவே தோற்றமளிக்கும். குறுக்கு வெட்டில் காணும் போது நீள் சதுர வடிவமாக, ஆரப்போக்கில் ஓர் ஒழுங்கான சீர்வரிசையில் அமைந்துள்ளன. செல்சுவரும், செல்லடக்கப் பொருட்களும் புறணி செல்களை ஒத்திருப்பதால் இது இரண்டாம் புறணி (Secondary Crotex) என்றும் அழைக்கப்படும். ஒரு சில அடுக்குகளே தோன்றும் ∴பெல்லோடெர்ம் செல்கள் சேமிக்கும் பணியினைச் செய்கிறது.

பாலிடெர்ம் (Polyderm)

ஹைபெரிகேசி (Hypericaceae), மிர்டேசி (Myrtaceae), ஒனாக்ரேசி (Onagraceae), ரோசேசி (Rosaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களின் வேர்கள், தரையடித்தண்டுகளில் பாலிடெர்ம் என்ற இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்கு தோன்றுகிறது. இது பெரிடெர்மை ஒத்திருந்தாலும், அமைப்பில் சில வேறுபாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. சுபரின் தடிப்புற்ற செல் அடுக்குகள் சுபரின் தடிப்புறாத செல் அடுக்குகளோடு மாறி மாறி அமைந்து காணப்படும். சுபரின் தடிப்புறாத செல் அடுக்குகள் அதிகமாகவும், உணவு சேமிக்கும் வேலையையும் செய்கிறது. இவைகள் புரோட்டோபிளாசத்தை கொண்டுள்ள உயிருள்ள செல்களாகும்.

புறத்தோல் அல்லது வெளி புறணியில் இருந்து ஃபெல்லோஜன் தோன்றி இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்கைக் கொடுக்கின்றது. இது பெரிசைக்கிள் போன்ற உயிர்ப்புள்ள செல்களை உள்ளடக்கிக் கொண்டு காணப்படும். இதே ஃபெல்லோஜன் உட்புறமாக உள்ள ஆழமான திசுப்பகுதியில் இருந்து உண்டாகி இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்கைத் தோற்றுவிக்கும் போது அதற்கு வெளிப்புறம் உள்ள முதனிலைத் திசுக்கள், முன்தோன்றிய பெரிடெர்ம் அடுக்குகள் அனைத்தும் சேர்ந்த நிலையில் இப்பெரிடெர்ம், ரைட்டிடோம் (Rhytidome) எனப்படும். சில தண்டுகளில் தொடர்ந்து அடுத்தடுத்து உட்புற செல்களில் இருந்து ஃபெல்லோஜன் உண்டாகி, அடுத்தடுத்து பல பெரிடெர்ம்கள் தோற்றுவிக்கப்படும். இது பல அடுக்கு பெரிடெர்ம் (Multiple Periderm) எனப்படும். பெரிடெர்ம், ரைட்டிடோம்கள் சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் அளவிலும், அமைப்பிலும் வேறுபட்டுக் காணப்படும். இப்பண்பு சில தாவரங்களின் பேரினம் அல்லது சிற்றினத்திற்குரிய சிறப்புப் பண்புகளாகக் கருதப்படுகிறது. வெளிப்புறம் அமைந்துள்ள பெரிடெர்ம் அடுக்குகள் செயலிழந்த நிலையில் பட்டைகளாக வெளிப்புறமாக நீக்கப்பட்டுக் கொண்டே இருக்கும். இது வெளிப்பட்டை (Outer Bark) எனப்படும். இவ்வெளிப்பட்டை வழவழப்பாகவோ, கரடுமுரடாகவோ, செதில்கள், வலைப்பின்னல், இறக்கைகள், வளையங்கள், சுருள்கள் அல்லது மென்படலங்கள் போன்ற வேவ்வேறு தரப்பட்ட புற அமைப்பில் காணப்படலாம். இவ்வடுக்குகள் சுபரின் படியாத மென்சுவர் கொண்ட

கார்க் செல்கள் மூலமாக பிரிதலுற்று வெளிப்புறமாக பட்டைகளாக நீக்கப்படுகிறது. வெளிப்பட்டைக்கு உட்புறம் அமைந்துள்ள செயலுள்ள இரண்டாம் புளோயம் (Non-collapsed Phloem) உள்ள பகுதி உட்பட்டை .ıner Bark) எனப்படும்.

பெரிடெர்ம் புறப்பரப்பில் கிளிஞ்சல் வடிவில் பல குழிந்த பகுதிகள் காணப்பட்டால் அது கிளிஞ்சல் பட்டை (Shell bark) அல்லது செதில் பட்டை (Scaly bark) எனப்படும். (உ.ம்.: *பைரஸ், ஃபைகஸ்)* சில சிற்றினங்களில் பெரிடெர்ம் அடுத்தடுத்து வளையங்களாகச் சூழ்ந்து காணப்படும். இது வளையப் பட்டை (Ring bark) எனப்படும் (உ.ம்: *விட்டிஸ், க்ளாமாடிஸ்*). செதில் பட்டைகள் சிறு சிறு பகுதிகளாக உரிந்து விழுந்துவிடும். ஆனால் வளையப் பட்டைகள் துண்டிக்கப்பட்ட வளைய அமைப்பில் கழன்று, உரிந்து விடுகின்றது.

லெண்டிசெல்கள் (Lenticels, படம். 9.5.A,B)

தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறும் போது இரண்டாம் பாதுகாப்பு அடுக்காகத் தோன்றும் பெரிடெர்மின் வெளிப்புற அடுக்கில் லெண்டிசெல்கள் தோன்றுகிறது. இவைகள் பெரிடெர்ம் புறப்பரப்பில் சற்று மேலெழுந்த வாரியாக லெண்டின் விதை வடிவத்தில் காணப்படுவதால் லெண்டிசெல் எனப்பெயர் பெற்றது. இவைகள் குறுக்காகவோ, நெடுக்காகவோ, சிறுசிறு கரணைகளாகவோ அல்லது முடிச்சுகளாகவோ காணப்படுகின்றன. ஒரு சில மைக்ரான் முதல் ஒரு செ.மீ. அளவு வரைகூட காணப்படலாம்.

தோற்றம்

தண்டு, வேர்களின் புறத்தோலுக்கு கீழ் உள்ள அடுக்கிலிருந்தோ, ஸ்டோமேட்டாவிற்கு கீழ்ப்புறம் உள்ள செல்களில் இருந்தோ தோன்றுகிறது. பெரிடெர்ம் தோன்றுவதற்கு முன்போ அல்லது பெரிடெர்ம் தோன்றும் போதோ லெண்டிசெல்கள் உருவாகின்றன. முதலில் பாரெங்கைமா செல்கள் வெவ்வேறு கோணங்களில் பகுப்படைந்து, பசுங்கணிகங்களை இழந்த நிலையில் நெகிழ்வுற்ற திசுத் தொகுப்பை உண்டாக்குகிறது. இத்திசுவில் உள்ள சில செல்கள் ஒரேசீரான பெரிகிளைனல் பகுப்படைந்து லெண்டிசெல் ஃபெல்லோஜன் என்ற பக்கவாக்குத் திசுவை உண்டாக்கும். இவ்வாக்குத் திசு வெளிப்புறமாகத் செல்லிடைவெளிகளோடு கூடிய, நெகிழ்வுற்ற

பாரெங்கைமா திசுவை கொடுக்கும். இது நிரப்பும் செல்கள் (Complementary or filling cells, படம். 9.4.5) எனப்படும். இச்செல்கள் வெளிப்புறமாகத் தொடர்ந்து வெளிவந்து புறத்தோலை கிழித்துக் கொண்டு புறப்பரப்பிற்கு மேலாக சிறு கரணைகளாகவோ, முடிச்சுகளாகவோ வெளிப்படுகிறது. வெளிப்படும் புறச் செல்கள் இறந்து விடுவதால், அகற்றப்பட்டு விடும். அதே சமயத்தில் லெண்டிசெல் ∴பெல்லோஜன் தொடர்ந்து நிரப்பும் செல்களை வெளிப்புறமாக தோற்றுவித்துக் கொண்டே இருக்கும். பருவ காலத்திற் கேற்றாற் போல ஒரு சில சிற்றினங்களில் நிரப்பு செல்களை அடுத்து நெருக்கமான, செல்லிடைவெளிகளற்ற ஒரு பாரெங்கைமா அடுக்கையும் உண்டாக்கும். இது மூடு அடுக்கு (Closing layer, படம். 9.4.5B) எனப்படும். லெண்டி செல்களின் குறுக்கு வெட்டைக் காணும் போது நெகிழ்வான நிரப்பு செல்கள் தொகுப்பாகவும் மூடு அடுக்கு ஒரு வரிசையுமாக மாறி, மாறி காணப்படுகிறது. நாளடைவில் லெண்டி செல் ∴பெல்லோஜன், பக்க ஆக்குத் திசுவாகிய ∴பெல்லோஜனுடன் (கார்க் கேம்பியம்) பக்கவாட்டில் இணைந்து ஒரு தொடர் வளையமான ஆக்குத் திசுவாக மாறிவிடும். லெண்டிசெல் ∴பெல்லோஜன் பகுதிகள் தொடர்ந்து நிரப்பு செல்களையும், ஏனைய பகுதிகள் தொடர்ந்து ∴பெல்லம் செல்களையும் வெளிபுறம் உருவாக்குகின்றன. லெண்டி செல்கள் மூலமாக, தண்டு வேர்களுக்கு தேவையான காற்றுப் பரிமாற்றம் நடைபெறுகிறது என்ற கருத்து நிலவுகிறது.

10. கேம்பியத்தின் மாறுபட்ட செயல் திறன்

அ. தனிப்பட்ட முதனிலை உள்ளமைப்பு
(Special / Specific Primary Structure)

தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் உள்ளமைப்பியலை விளக்கும் போது இருவித்திலை தண்டு, வேர், ஒருவித்திலை தண்டு, வேர், இலை என பிரித்து அதற்குரிய உள்ளமைப்பியல் என விளக்கப்பட்டது, இது பொது நிலை உள்ளமைப்பாகும். பொதுவாக இது எல்லா தாவரங்களுக்கும் பொருந்துவதாக இருப்பினும் ஒரு சில தாவரங்களில் சற்று மாறுபட்ட உள்ளமைப்பியலை முதனிலை வளர்ச்சியின் போதே காண முடியும். இவற்றை அசாதாரண அமைப்பு என்பதைவிட, அந்த தாவரத்திற்கு உரிய தனிப்பட்ட பண்பாகக் கருதவேண்டும். இம்மாதிரி பொதுநிலை உள்ளமைப்பியலில் இருந்து மாறி காணப்பட்டால் அது தனிப்பட்ட முதனிலை உள்ளமைப்பு எனப்படும். அதாவது, இந்த தனிப்பட்ட முதனிலை உள்ளமைப்பு சிற்றினத்திற்கே உரியதொரு பண்பாகக் கருதப்படுகிறது.

பொதுவாக இருவிதையிலைத் தண்டில் யூஸ்டீல், அமைப்பும், ஒருவித்திலை தண்டில் அடக்டோஸ்டீல் அமைப்பும் காணப்படும். இந்த பொதுநிலை அமைப்பு சில தாவரங்களில் மாறி அமைந்து காணப்படும். இவற்றை கீழ்க்கண்ட எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம்:

1. இருவிதையிலைத் தாவரத் தண்டில் கற்றைகள் பரவலாகக் காணப்படுதல்: இருவித்திலை தண்டில் ஒருங்கமைந்த வாஸ்குலக் கற்றைகள் ஒரு வளையத்தில் அமைந்திருப்பது (யூஸ்டீல்) ஒரு பொதுவான உள்ளமைப்பாகும். ஆனால் போடோ.ஃ.பில்லம் (*Podophyllum*), அனிமோன் (படம். 10.1B,C)பெப்பரோமியா (*Peperomia*), நிம்.ஃ.பியா (*Nymphae*) போன்ற இருவிதையிலைத் தண்டுகளில் ஆதாரத்திசுவில் ஒருங்கமைந்த கற்றைகள் பரவலாக, சிதறிய வண்ணம் அமைந்துள்ளது தனிப்பட்ட உள்ளமைப்பியலாகும்.

2. **ஒருவிதையிலைத் தாவரத் தண்டில் கற்றைகள் வளையத்தில் அமைந்திருத்தல்:** ஒருவிதையிலைத் தண்டில் பொதுவாக எண்ணற்ற வாஸ்குல கற்றைகள் ஆதாரத்திசுவில் சிதறிய வண்ணமாகக் (அடக்டோஸ்டீல்) காணப்படும். ஆனால் டிரிட்டிகம் (*Triticum*), ஒரைசா (*Oryza*), டாமஸ் (Tamas, படம். 10.1A), குளோரியோசா (*Gloriosa*) போன்ற ஒருவித்திலைத் தண்டுகளில் ஒருங்கமைந்த கற்றைகள் ஒன்று அல்லது இரண்டு வளையங்களில் காணப்படுகின்றன.

3. **புறணிக் கற்றைகள் (Cortical Bundles):** ஒரு சில இருவிதையிலைத் தாவர தண்டுகளில் முதனிலை ஸ்டீல் அமைப்போடு புறணிப் பகுதியில் **துணை வாஸ்குலார் கற்றைகள்** (Accessory Bundles) காணப்படுகின்றன. இக்கற்றைகள், கணுக்களில் மைய வாஸ்குலார் வளையத்தில் இருந்து பிரியும் இலை இழுவைகள் ஆகும். இவ்விழுவைகள் அடுத்துள்ள கணுவரை புறணியின் ஊடே, கணு இடை தூரம் முழுதும் மேல்நோக்கிக் கடந்து, அக்கணுவில் இணைந்துள்ள இலைக் காம்பினுள் செல்கிறது. இத்தகைய தண்டுகளின் கணுஇடைப் பகுதிகளை குறுக்கு வெட்டில் காணும்போது புறணிப் பகுதியில் வாஸ்குல கற்றைகள் (இலை இழுவைகள்) காணப்படும். இவை மைய வாஸ்குல அமைப்புடன் தொடர்பற்று, தலைகீழாக அமைந்து காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக ***பாரிங்டோனியா*** (*Barringtonia*), ***கேலிகானதஸ்*** (படம்.10.D) தண்டில் புறணிப்பகுதியில் **தலைகீழ் புறணிக் கற்றைகள்** ஒரு வளையத்தில் காணப்படுகின்றன. ***நிக்டாந்தஸ்*** (*Nyctanthes*) தண்டினில் நான்கு **தலைகீழ் புறணிக் கற்றைகள்** தண்டின் நான்கு கோணங்களில் காணப்படுகின்றன (படம்.10.1E).

4. **பித்கற்றைகள் (Medullary Bundles) :** ஒரு சில இருவிதையிலைத் தண்டுகளில் பித் பகுதியில் அதிகப்படியாக ஒருங்கமைந்த கற்றைகள் காணப்படும். இவை பித்கற்றைகள் எனப்படும். அகாந்தேசி (Acanthaceae), அமராந்தேசி (Amaranthaceae), கீனபோடியேசி (Chenopodiaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களிலும் ***போகன்வில்லா*** (*Bougainvillea*), ***மிராபலிஸ்*** (*Mirabilis*, படம். 10.1H), ***பைசோனியா*** (*Pisonia*), ***போர்ஹூாவியா*** (*Boerhavia*, படம். 10.1F), ***அமராந்தஸ்*** (படம்.

10.1G) போன்ற பேரினங்களிலும் பித்கற்றைகள் காணப்படுகின்றன.

5. **சைலம் உட்பட்ட ஃபுளோயம்** (Internal or Intraxylary phloem or Medullary Phloem) : சில குறிப்பிட்டத் தண்டுகளில் முதனிலை வளர்ச்சியின் போதே பித் பகுதியின் விளிம்பில் தொகுப்புகளாக முதனிலை ஃபுளோயம் உண்டாகிறது. இதனை வெளிப்புறம் சூழ்ந்த வண்ணம் முதனிலை, இரண்டாம் நிலை சைலம் காணப்படுவதால் இது சைலம் உட்பட்ட புளோயம் என அழைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ***கேலோட்ராபிஸ்*** (*Calotropis*), ***கன்வால்வுலஸ்*** (*Convolvulus*), ***ஐபோமியா*** (*Ipomoea*), ***இவால்வுலஸ்*** (*Evolvulus*), ***அகான்தஸ்*** (*Acanthes*), ***பார்லேரியா*** (*Barleria*), ***சோலானம்*** (*Solanum*), ***லெப்டடீனியா*** (*Leptadenia*) ***யூஜீனியா*** (***Eugenia,*** படம். 10.3) போன்ற தண்டுகளின் உள்ளமைப்பியலில் காணலாம்.
6. **தண்டில் பல ஸ்டீல் அமைப்பு** (Polystelic Structure): பொதுவாக இருவித்திலை தண்டில் ஒரு வளையத்தில் மட்டுமே வாஸ்குலக் கற்றைகள் காணப்படும். சில தண்டுகளில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வளையத்திலும் ஒவ்வொரு வளையமும் தனித்தனி அகத்தோலோடும் காணப்படும். இது பாலிஸ்டீல் அமைப்பு எனப்படும். எ.கா. ***நிம்ஃபியா*** (*Nymphae*), ***விக்டோரியா ரிஜியா*** (*Victoria regia*), ***டயான்தீரா அமெரிக்கானா*** (*Dianthera americana*) தண்டுகளில் பாலிஸ்டீல் அமைப்பு காணப்படுகிறது.

பூக்கும் தாவரங்களில் டெட்ராசெண்டிரேசி (Tetacentron), ட்ரோகோடெண்டிரேசி (Trochodendron), விண்டரேசி (Winteraceae) குடும்பத்தில் உள்ள *டிரைமிஸ்* (*Drimys*), *ஸுடோவிண்டரா* (*Pseudowintera*), *சைகோகைனம்* (*Zygogynum*) போன்ற தாவரத் தண்டுகள் வெசல் அங்கங்கள் இல்லாமல் காணப்படுவது ஒரு தனிப்பட்ட உள்ளமைப்பாகக் கருதப்படுகிறது. இத்தண்டுகளில் காணப்படும் இரண்டாம் சைலத்தில் டிரக்கீடுகள் மட்டுமே நீரைக் கடத்தும் திசுவாக உள்ளது.

ஆ. தண்டு தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி (Special / Specific type of secondary growth)

இருவிதையிலைத் தண்டு :

கடந்த அத்தியாயங்களில் தாவர வேர்களிலும், தண்டுகளிலும், பொதுவாக நடைபெறும் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி பற்றி விளக்கப்பட்டிருந்தது. ஒரு சில தாவரங்களில் பொதுவான முறையில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெறாமல். அந்தந்த சிற்றினங்களுக்கே உரிய சிறப்பான முறையில் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இதுவே தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி எனப்படும். ஒரு சில தாவரவியல் அறிஞர்கள் இக்குறுக்கு வளர்ச்சியை, பொதுவான குறுக்கு வளர்ச்சியோடு ஒப்பிட்டு, இதனை அசாதாரண இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி (Anomalous Secondary Growth) அல்லது புறம்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி என விவரிக்கின்றனர். எந்த ஒரு தாவரத்தையும் நாம் அசாதாரணமானது என்றோ இயல்பான வளர்ச்சிக்கு புறம்பானது என்றோ கருதுவதில்லை. ஒவ்வொரு தாவரமும் அதற்குரிய பண்புகளோடு வளருகிறது எனக் கருதுவது சாலச்சிறந்தது. எனவே, சில தாவரங்களில் காணப்படும் சிறப்பு உள்ளமைப்பை, தனிப்பட்ட உள்ளமைப்பாகக் கருத வேண்டும்.

ஒவ்வொரு தாவரமும் குறிப்பிட்ட வாழ்விடத்தில் குறிப்பிடத்தக்க வளர்முறையைக் கொண்டு வாழ்கிறது. தாவரங்கள் அந்தந்த சூழ்நிலைக்கேற்றாற் போல் வாழ்வியல் தக அமைவுகளைப் (Physiological adaptations) பெற்றுக் காணப்படுகிறது. மேலும் வளர்நிலத் தாவரம், நீர் வாழ் தாவரம், வறண்டநிலத் தாவரம் என நாம் பிரித்தறியும் வகையில் இவைகள் உள்ளமைப்பியல் தக அமைவுகளையும் பெற்றுள்ளது. இதேபோல் ஏறுகொடிகள் (Climbers), முறுக்கித் தவழ்ந்து படரும் காட்டுக் கொடிகள் (Lianes), சேமிக்கும் செயலுள்ள மட்டநிலத் தண்டுகள், வேர்கள் ஆகியவற்றின் உள்ளமைப்பைப் அந்தந்த தாவரத்திற்குறிய குறிபிடத்தக்க பண்பாக உள்ளது. மெலிந்த, வளையக்கூடிய ஏறு தண்டுகள் உறுதியான தாங்கும் தாவரங்கள் மீது முறுக்கிக் கொண்டு ஏறும்போது திருக்குவிசையால் (torsion movement) திசுக்கள் பாதிக்கப்படாதிருக்கும்

பொருட்டு சிறப்பு உள்ளமைப்பை பெறுகிறது. இதுவே தனிப்பட்ட இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி என அழைக்கப்படும். தண்டில் காணப்படும் தனிப்பட்ட வளர்ச்சி முறை அதன் வேர்களிலும் அதே முறையில் நடைபெறுவதைக் காணலாம்.

பொதுவாக, இருவிதையிலை · தண்டு வேர்களில் தோன்றும் வாஸ்குல கேம்பியம் தொடர்ந்து உட்புறமாக இரண்டாம் நிலை சைலத்தையும், வெளிப்புறமாக இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தையும் உண்டாக்கும். ஆனால் தனிப்பட்ட இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியில், கேம்பியத்தின் செயல் முறை சற்று மாறுபட்டுக் காணப்படும். வாஸ்குல கேம்பியத்தின் செயல், வளர்ச்சி, எண்ணிக்கை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, (அ) வாஸ்குல கேம்பிய வளையத்தின் மாறுபட்ட செயல்திறன். (ஆ) வாஸ்குல கேம்பியம் புது கேம்பிய பகுதிகளைத் தோற்றுவித்தல். (இ) கூடுதல் அல்லது துணை கேம்பிய அடுக்குகள் அல்லது கேம்பிய வளையங்கள் தோன்றுதல்.

(அ) வாஸ்குல கேம்பியத்தின் மாறுபட்ட செயல்திறன் : இந்த வகையில் பொதுவான முறையில் கேம்பியம் தோன்றி இரண்டாம் நிலை திசுக்களை தோற்றுவிக்கும் போது மாறுபட்டு செயல்படுகிறது.

குக்கர்பிட்டா (*Cucurbita*), *விட்டிஸ்* (*Vitis*) போன்ற தண்டுகளில் உள்ள ஒருங்கமைந்த கற்றைகளில் காணப்படும் வெளிக்கேம்பியங்கள் இணைந்து மேடுபள்ளங்களோடு உடைய ஒரு வாஸ்குல கேம்பியத்தை உருவாக்குகிறது. இதில் கற்றைகளுக்குட்பட்ட கேம்பியம் மட்டும் இரண்டாம் நிலை சைலம், இரண்டாம் ஃபுளோயத்தைக் கொடுக்கும். ஏனைய இடங்களில் பாரங்கைமா திசுவே உண்டாவதால் கற்றைகள் மட்டும் அளவில் பெரிதாகிக் கொண்டேயிருக்கும்.

அரிஸ்டலோகியா (*Aristolochia*, படம். 10.2C, 10.4) தண்டின் உள்ளமைப்பு பொதுவான இருவித்திலைத் தண்டின் உள்ளமைப்பை ஒத்திருக்கும். இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது கற்றை உட்பட்ட கேம்பியமும் கற்றை இடைப்பட்ட கேம்பியமும் ஒன்று சேர்ந்து வாஸ்குலார் கேம்பிய வளையம் உண்டாகிறது. ஆனால் செயல்படும் போது கற்றை உட்பட்ட கேம்பியப் பகுதிகள் மட்டும் இரண்டாம் நிலை சைலம், இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தை தோற்றுவிக்கும். கற்றை

இடைப்பட்ட கேம்பியம் உட்புறமும் வெளிப்புறமும் எளியவகை பாரங்கைமா திசுவையே உருவாக்குகிறது. எனவே முதனிலை ஒருங்கமைந்த கற்றைகள் அதே நிலையில் மிகப் பெரியதாக பருமனாகிறது (படம்.10.4). இதனால் ஏற்படும் வெளிப்புற அழுத்தத்தால் தொடர் வளையமாக இருந்த பெரிவாஸ்குல ஸ்கிளிரெங்கைமா வளையம், சிறு சிறு பகுதிகளாக பிளவுற்று விடுகிறது. அதே சமயத்தில் கற்றையிடைப்பட்ட பாரங்கைமா செல்களும், சைலம் பாரங்கைமா செல்களும் மேலும் மேலும் பகுப்படைவதாலும், பருமனாக மாறுவதாலும் இரண்டாம் நிலை சைலம் பல்வேறு வகையிலும் பிறவுற்று காணப்படுகிறது. இது பிளவுற்ற சைலம் எனப்படும் (படம்.10.2.c). தண்டின் புறத்தோலடி அடுக்கு செல்கள் ஃபெல்லோஜனைத் தோற்றுவிப்பதால் இரண்டாம் நிலை பாதுகாப்பு அடுக்காகிய பெரிடர்ம் மற்றும் லெண்டிசெல்கள் தோன்றுகின்றன.

பிக்னோனியா (*Bignonia*) சிற்றினங்கள் (படம்.10.2,F,G) பெரும்பாலும் ஏறு கொடிகள் அல்லது காட்டுக் கொடிகளாக உள்ளன. இத்தாவரங்களில் வாஸ்குல கேம்பியம் பொதுவான முறையிலேயே தோன்றும். சிறிது காலம் ஒரேசீராக செயல்பட்டு இரண்டாம் நிலை சைலம், ஃபுளோயம் ஆகிய திசுக்களை கொடுக்கிறது. பின்னர் குறிப்பாக எதிர் எதிர் திசையில் நான்கு இடங்களில் ஒரு சிறு பகுதி கேம்பியம், உட்பக்கம் இரண்டாம் சைலத்தை உற்பத்தி செய்வதை நிறுத்தி, வெளிப்பக்கம் மட்டும் இரண்டாம் புளோயத்தை தோற்றுவிக்கிறது. ஒரு பக்கம் மட்டுமே திசுக்களை உற்பத்தி செய்யும் கேம்பிய பகுதிகள் ஒருபக்க செயலாற்றுத் திறன் (Unidirectional) கேம்பியம் எனப்படும். ஏனைய இடங்களில் இருபக்கமும் இரண்டாம் நிலை திசுக்கள் தோன்றுவதால் இது இருபக்க செயலாற்றுத்திறன் (Bidirectional) கேம்பியம் எனப்படும். இதனால் நான்கு இடங்களில் அதிக அளவு இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் மட்டும் தோன்ற, ஏனைய இடங்களில் இரண்டாம் நிலை சைலம் உட்பக்கமும், ஃபுளோயம் வெளிப்பக்கமும் தோன்றுகிறது. இதனால் வெளிப்பக்கம் மட்டும் தோன்றும் ஃபுளோயம் இரண்டாம் சைலத்தில் நான்கு பள்ளங்கள் அல்லது தொட்டிகளில் இருப்பது போன்று தோற்றமளிக்கிறது. மேலும், குறுக்கு வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறும் போது இருபக்க செயலாற்றுத்திறன் கொண்ட கேம்பிய பகுதிகளில் மீண்டும் நான்கு இடங்களில் ஒருபக்க செயலாற்றுத்திறன் கேம்பியமாக மாறுவதால் மேலும் நான்கு பள்ளங்களில் புளோயம் தோற்றுவிக்கப்பட்டு மொத்தத்தில் எட்டு இடங்களில் புதையுண்டிருப்பது போல் தோற்றம் அளிக்கும். இம்மாதிரி தனிப்பட்ட குறுக்கு வளர்ச்சி *டாக்ஸான்தா*

யுன்குஸ்காண்டி (*Doxantha unguisconti*) என்ற தாவரத் தண்டிலும் நடைபெறுகிறது (Doffins. 1917). இத்தகைய நிலை இலைகளின் தோற்ற விளைவால் ஏற்படுகிறது. புதிய இலைகள் தோன்றும் பொது அவற்றை நீக்கினால் இந்த நான்கு பள்ளப் பகுதிகளும் மறையும்.

பாஹினியா டைவேரிகேடா (*Bauhinia divaricata*, படம். 10.2A), *பாஹினியா செரிசெல்லா* (*Bauhinia sericella*) தாவரத் தண்டுகளில் துவக்கத்தில் பொதுவான முறையில் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு எதிர் எதிர் திசையில் உள்ள வாஸ்குல கேம்பிய பகுதிகள் அதிக அளவு இரண்டாம் திசுக்களையும், அதே சமயத்தில் அதனையடுத்துள்ள பகுதிகள் மிகக் குறைந்த அளவு திசுக்களையும் கொடுப்பதால், அதிக அளவு திசுக்கள் உண்டான பகுதி வளர்ந்து கொண்டே போய் தண்டு ஒரு பட்டையான அமைப்பைப் பெறுகிறது.

பாஹினியா ரூபிகினோசா (*Bauhinia rubiginosa*, படம். 10.2B) தண்டினில் இரண்டிற்கு மேற்பட்ட இடங்களில் அதாவது நான்கு அல்லது ஐந்து பகுதிகளில் மிகக் குறைந்த அளவு இரண்டாம் திசுக்களும், ஏனைய இடங்களில் சைலமும், ∴புளோயமும் அதிக அளவு உண்டாவதால் அவ்விடங்கள் மட்டுமே வளர்ந்து நான்கு அல்லது ஐந்து மேடுகளும் இடையே குறுகிய நீண்ட பளளங்களுடன் தண்டு, புற அமைப்பைப் பெறுகிறது.

பாஹினியா லாங்ஸ்டார்∴பியானா (*Bauhinia longsdorffiana*) தண்டில் இரண்டாம் சைலத்தில் உள்ள அச்சுப் பாரங்கைமா, ரே பாரங்கைமா மேலும் பித் பாரங்கைமா செல்கள் அதிக அளவிற்கு பகுப்படைந்து, விரிவடைந்து பருமனாவதால் இரண்டாம் நிலை சைலம் முழுவதும் சிறு தீவுகளாக பிளவுற்று விடுகிறது. இது பிரிதலுற்ற (divided mass) சைலம் எனப்படும். இதனால் தண்டின் புற அமைப்பு முற்றிலும் மாறிவிடுகிறது.

சைலம் இடைப்பட்ட புளோயம் :(Interxylary phloem or included phloem) ஒரு சில தாவரங்களில் பொது மாதிரியான கேம்பியம் தோன்றி, செயல்படும் முறையில் தனிப்பட்டு காணைப்படும். இம்முறையில் இரண்டாவது சைலத்தில் ஆங்காங்கே ∴புளோயம் இழைக்கற்றைகள் புதைந்து காணப்படுகின்றன. இந்த இரண்டாம் ∴புளோயம் சைலம்

இடைப்பட்ட ஃபுளோயம் எனப்படும். வளர்ச்சி முறையின் அடிப்படையில், **சைலமிடைப்பட்ட புளோயம்** இருவழிகளில் உண்டாகிறது (எ.கா. கீனபோடியம், படம். 10.3D,E).

ஸ்டிரிக்னாஸ் (*Strychnos*), **தன்பெர்ஜியா** (*Thunbergia*) போன்ற தண்டுகளில் வாஸ்குல கேம்பியம் பொது மாதிரியாக செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் போதே ஒரு சில இடங்களில் கேம்பியப் பகுதிகள் செயலற்று புதிய செல்களை தோற்றுவிப்பதை நிறுத்திவிடுகின்றன. இவ்விடங்களில் அமைந்துள்ள இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் பகுதியின் வெளியிலுள்ள பாரங்கைமா செல்கள் பிற்போக்கு வேறுபாடுற்று கேம்பிய ஆக்குத்திசுக்களை தோற்றுவிக்கின்றது. இந்த புதிய சிறு பகுதி கேம்பியம் பிறை வடிவில் காணப்படுவதால் **பிறைக்கேம்பியம்** ('arc' cambium) எனப்படும். இப்பிறைக் கேம்பியங்கள் செயலுள்ளதாக மாறி உட்புறம் இரண்டாம் நிலை சைலத்தை உண்டாக்கும் போது ஏற்கனவே பிறைக் கேம்பியத்தின் உட்புறம் இருந்த இரண்டாம் ஃபுளோயம் இரண்டாம் நிலை சைலத்தினுள் இடம் பெற்றுவிடுகிறது. பின்னர் பிறைக் கேம்பியத் துண்டுகளும் வாஸ்குல கேம்பியமும் பக்கவாட்டில் இணைந்து கேம்பிய வளையமாகிறது. இந்நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து தண்டினில் ஆங்காங்கே நடைபெறுவதால் இரண்டாம் நிலை சைலத்தில், இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் தீவுகளாகவோ, திட்டுக்களாகவோ புதைபட்டும், அடைபட்டும் காணப்படுகின்றன. இம்முறையில் சைலமிடைப்பட்ட ஃபுளோயம் உண்டாகிறது.

லேப்டடீனியா (*Leptadenia*), *காம்ப்ரிட்டம்* (*Combretum*), *கீனபோடியம்* (*Chenopodium*), *சால்வடோரா* (*Salvadora*) போன்ற தண்டுகளிலும் சைலம் இடைப்பட்ட ஃபுளோயம் தீவுகளாகவோ, ரிப்பன் போன்ற பட்டையான அமைப்பிலோ காணப்படுகிறது. ஆனால் தோன்றும் விதத்தில் மேற்கூறிய படி இல்லாமல் மாறுபட்டுள்ளது. இத்தாவரங்களில் பொது மாதிரியாகவே வாஸ்குலக் கேம்பியம் தோன்றி செயல்படுகிறது. ஆனால் கேம்பிய வளையத்தில் ஆங்காங்கே ஒரு சில இடங்களில் உட்புறம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட சைலம் தோன்றல்கள் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத் தோன்றல்களாக செயல்பட்டு இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தை கொடுக்கிறது. இதைத் தொடர்ந்து மேற்கொண்டு கேம்பியம் செயல்படும்போது மீண்டும் இவ்விடங்களில சைலம் தோன்றல்கள் சைலமாகவே வேறுபாடு அடைவதால் இதற்கு முன்பு தோன்றிய இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயம் சைலத்தால் சூழப்பட்டு புதைந்திருப்பது போல் காணப்படுகிறது. இவ்விரண்டாம் நிலை சைலம்

குறுக்கு வெட்டில் காணும் போது பல ஒட்டைகளைப் பெற்றிருப்பது போல் காணப்படும். இதுபோன்ற முறையிலும் **சைலமிடைப்பட்ட ஃபுளோயம்** தோன்றக்கூடும். வறட்சித் **தாவரங்களின்** முதிர்ந்த கட்டைகளில் சைலம் இடைப்பட்ட புளோயம் **உண்டாவதால் கட்டை**யின் எல்லா இடங்களுக்கும் உணவு கடத்தப்படுகிறது. எனவே இத்தாவரங்களின் வெளிப்புறம் வறட்சியால் பாதிக்கப்பட்டாலும் கட்டைகளில் புளோயம் திட்டுக்கள் இருப்பதால் நீண்ட காலம் உயிர் வாழக் கூடியதாக இருக்கும். இது வறட்சித் தாவரங்களின் தக அமைப்பாக கருதப்படுகிறது.

(ஆ) வாஸ்குல கேம்பியம் புதிய கேம்பியப் பகுதிகளை தோற்றுவித்தல் : ***செர்ஜானியா க்ளிமாடிடிஃபொலியா*** (*Serjania clematidifolia*), ***திநோவியா ஸ்காண்டென்ஸ்*** (*Thinouia scandens*) போன்ற தாவரங்களில் துவக்கத்தில் பொதுமாதிரியான வாஸ்குல கேம்பிய தோற்றமும், செயல்திறனும் காணப்படுகின்றன. சிறிது காலத்திற்குப் பின் கேம்பியம் பல மடிப்புகளைப் (folds) பெறுகின்றன. இந்த கேம்பிய மடிப்புக்களின் நுனிப் பாகங்களிலிருந்து ஒரு சிறு பகுதி பிரிந்து செல்கள் வேறுபாடுற்று தனித்தனி கேம்பிய வளையமாக மாறி செயல்படுகின்றன. இது உட்புறமாக இரண்டாம் நிலை சைலத்தையும் வெளிப்புறமாக இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தை தோற்றுவித்துக் கொள்ளும். இதனால் தண்டினை குறுக்கு வெட்டில் காணும் போது பல சைலம் உருளைகள் ஒருங்கே அமைந்திருப்பது தெரியும். ***திநோவியா ஸ்கேண்டன்ஸ்*** தண்டினில் (படம். 10.2.2) எல்லா சைலம் புளோயம் உருளைகளையும் சூழ்ந்த வண்ணம் பெரிடெர்ம் உண்டாகிறது. எனவே இத்தண்டினை குறுக்கு வெட்டில் காணும்போது, இத்தண்டு பல ஸ்டீல்களைக் கொண்டிருப்பது போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கும். ஆனால் ***செர்ஜானியா இதியாக்டோனா*** (*Serjania ichthyoctona*) தண்டினில் (படம்.10.2E) ஒவ்வொரு சைலம் ஃபுளோயம் உருளையைச் சுற்றிலும் தனித்தனியே பெரிடெர்ம் தோன்றுகிறது. அதே சமயத்தில் பித் செல்களும் சிதைந்து, மறைந்து விடுவதால் இத்தண்டு குறுக்கு வெட்டில் காணும்போது பல தனிப்பட்ட தண்டுகள் ஒன்று சேர்ந்து ஒருங்கே வளர்ந்திருப்பது போன்ற வியக்கத்தக்க அமைப்பையும் தோற்றத்தையும் கொண்டிருக்கும்.

(இ) கூடுதல் அல்லது துணை கேம்பிய வளையங்கள் தோன்றுதல்:

அமராந்தேசி (Amaranthaceae), கீனோபோடியேசி (Chenopodiaceae), நிக்டாஜினேசி (Nyctanginaceae), , மெனிஸ்பெர்மேசி

(Menispermaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் **கூடுதல் அல்லது துணை கேம்பிய வளையங்கள்** தோன்றுவதால் தனிப்பட்ட இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. *போர்ஹாவியா* (*Boerhavia*), *மிராபலிஸ்* (*Mirabilis*), *போகன்வில்லா* (*Bougainvillea*), *அமரான்தஸ்* (*Amaranthus*), *அகிரான்தஸ்* (*Achyranthes*), *கீனோபோடியம்* (Chenopodium), போன்ற பேரினங்களின் தண்டில் பொதுவான முறையில் வாஸ்குல கேம்பியம் தோன்றுகிறது. சிறிது காலத்திற்கு கற்றை உட்பட்ட கேம்பியம் இரண்டாம் நிலை சைலம், ∴புளோயம் திசுக்களை முறையே உள்ளும், புறமும் தோற்றுவிக்கின்றது. பின்னர் இது செயலிழந்து விடுவதால் இவ்வாஸ்குலத் திசுவிற்கு வெளிப்புறம் அமைந்துள்ள பெரிசைகிள் பாரங்கைமா அல்லது புறணிப் பாரங்கைமாவில் இருந்து மற்றுமொரு கேம்பிய வளையம் தோன்றும். இது **கூடுதல் அல்லது துணை கேம்பிய வளையம்** எனப்படும். இது செயல்படும் முறையும் மாறுபட்டு காணப்படும். அதாவது அங்கங்கே இரண்டாம் சைலம் புளோயம் திசுக்களை ஒருங்கமைந்த அமைப்பில் உள்ளும், புறமும் தோற்றுவித்து, இடைப்பட்ட இடங்களில் உட்புறமும், வெளிப்புறமும் **இணைப்புத்திசுக்களை** (Conjunctive Tissue) தோற்றுவிக்கிறது. இது **இடைப்பட்ட திசு** (Intermediate tissue) என்றும் கற்றை இடைப்பட்டதிசு (Interfascicular tissue) என்றும் அழைக்கப்படும். சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் இது திசு வேறுபட்டுக் காணப்படும். *அமராந்தஸ்* தண்டுகளில் துணைக் கேம்பியம் உட்புறமும், வெளிப்புறம் பாரங்கைமாவை இணைப்புத் திசுவாக உண்டாக்குகிறது. *போர்ஹாவியா*, *மிராபிலிஸ்* தண்டுகளில் உட்புற இணைப்புத்திசு ஸ்கிளிரெங்கைமாவும், வெளிப்பறம் பாரங்கைமாவுமாக காணப்படும். *ஏர்வா ஸ்கேண்டன்ஸ்* (*Aerva scandens*) தண்டில் இணைப்புத்திசு உட்புறமும், வெளிப்புறமும் ஸ்கிளிரெங்கைமாவாகவே தோன்றுகிறது. இத்துணைக் கேம்பியம் ஒரு சில காலமே செயலுள்ளதாக இருக்கும். பின்னர் மீண்டும் ஒரு கேம்பியவளையம் தோன்றி மேற்கூறியபடி செயல்படும். இம்மாதிரி பல கூடுதல் அல்லது துணை கேம்பியங்கள் தொடர்ந்து உண்டாகி, இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி நடைபெறுவதால் இது தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி எனப்படும். இந்த வகை குறுக்கு வளர்ச்சியில் கேம்பிய வளையங்கள் ஸ்டீலுக்கு வெளிப்புறத்தில் இருந்து, அதாவது பெரிசைக்கிள் புறணி போன்ற பகுதிகளில் இருந்து தோன்றுவதால் இது **ஸ்டீல் சாராத கேம்பிய வளையம்** (Extrastelar cambial ring) என்றும் அழைக்கப்படும். *அகிராந்தஸ்* (*Achyranthes*) தண்டில் (படம்.10.3.B,C) ஸ்டீல்சாரா கேம்பியம் முழு வளையமாகத்

தோன்றாமல் அங்காங்கே சிறு துண்டுகளாக பிறை அமைப்பில் தோன்றுகிறது. எனவே இதிலிருந்து தோன்றும் இரண்டாம் நிலை சைலம், ஃபுளோயம் ஒருங்கமைந்திருந்தாலும், வளையத்தில் காணப்படாமல் சிதறிய வண்ணமாகக் காணப்படும்.

சைலமிடைப்பட்ட கார்க் (Interxylary cork)

ஒரு சில தண்டுகளில் ஆண்டு வளையங்களுக்கிடையே கார்க் அல்லது ஃபெல்லம் தோன்றுகிறது. இது சைலமிடைப்பட்ட கார்க் எனப்படும். வறட்சி வெப்பம் அதிகமுள்ள காலங்களில் ஒரு சில தண்டுகள் பிளவுறும்போதும், ஒரு சில இடங்களில் வாஸ்குல கேம்பியம் செயலற்றுப் போவதாலும் இத்தகைய சைலமிடைப்பட்ட கார்க் தோன்றுகிறது. எ.கா. ***ஆர்டிமிசியா ட்ரைடெண்டேட்டா*** (*Artemesia tridentata*), ***ஆர்டிமிசியா ஹெர்பாஅல்பா*** (*Artemesia herba-alba*), ***சைகோ.ஃபில்லம் ட்யூமோசம்*** (*Zygophyllum dumosum*). ***ஆர்டிமீசியா*** தண்டில் சைலமிடைப்பட்ட கார்க் தோன்றும்போது அதோடு தொடர்புற்ற ரே பாரங்கைமா செல்களில் சூபரின் படிந்து விடுவதால் ஆரப்போக்கில் தண்டு பிளவுற்றுவிடுகிறது. ***சைகோபில்லம்*** தண்டில் வாஸ்குலக் கேம்பியம் செயலற்றுப் போகும் போது அவ்விடங்களில் சைலமிடைப்பட்ட கார்க் தோன்றி ஒழுங்கற்ற முறையில் தண்டு பிளவுறுகிறது.

இ. வேர் - தனிப்பட்ட இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி (Special types of Secondary growth in Roots)

பொதுவான உள்ளமைப்பியல் கொண்ட வேர்களில் பாரங்கைமா திசுவே சேமிக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. ஆனால் ஒரு சில வேர்கள் அதிகப்படியான அளவு சேமிப்புப் பொருட்களை உண்டாக்கி சேமிக்கும் போது அதன் புற அமைப்பு மாறுபடுவதோடு மட்டுமல்லாமல், உள்ளமைப்பும் தனிப்பட்டுக் காணப்படும். இவ்வேர்களில் காணப்படும் தனிப்பட்ட இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியே இதற்குக் காரணமாகும். இத்தாவரங்களில் ஆணிவேர் தொகுப்பும், ஹைபோகொட்டைல் பகுதியும் மாற்றுரு அடைந்து பருத்து சதைப்பற்றுள்ள அமைப்புகளாக மாறிவிடுகிறது. எ.கா. ***டாக்கஸ் கரோட்டா*** (*Daucus carota*), ***ஐபோமியா பட்டாடஸ்*** (*Ipomoea batatas*), ***பீட்டா வல்காரிஸ்*** (*Beta vulgaris*), ***ர.ஃபானெஸ் சடைவஸ்*** (*Raphanus sativas*) போன்ற தாவரங்கள்

சர்க்கரை, தரசம், புரதம், கரோட்டின், அன்தோசையனின் நிறமிகள் போன்றவற்றைச் சேமிக்கும் பொருட்டு மிகப் பெரியதாக பருமனடைகிறது. இதில் பெரும்பாலும் பாரங்கைமா செல்களே சேமிக்கும் திசுவாக காணப்படும்.

டாக்கஸ் கரோட்டா [அம்பலி∴பெரே – கேரட் (ஈசா. 1940] முதனிலை வேர் பொதுவான உள்ளமைப்பைப் பெற்றுக் காணப்படும். குறுக்கு வளர்ச்சியும் பொதுவான முறையில் நடைபெறுகிறது. ஆயின் சைலத்திலும்; ∴புளோயத்திலும் காணப்படும் பாரங்கைமா செல்கள் அதிகமாக பகுப்படைந்தும் ஊடுறுவி வளர்ந்து விடுவதால் கேரட் வேர் மிகப் பெரியதாக குறுக்குப் போக்கில் வளர்கிறது. இப்பாரங்கைமா செல்களே கரோட்டின், மற்றும் சர்க்கரை தரசப் பொருட்களைச் சேமிக்கின்றது.

ஐபோமியா பட்டாடஸ் (கன்வால்வுலேசி - சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, படம். 10.5D) இவ்வேரில் முதனிலை அமைப்பில் ஐந்து அல்லது ஆறு சைலம், ∴புளோயம் தொகுப்புகள் ஆரப்போக்கில் காணப்படும். துவக்கத்தில் பொது மாதிரியான முறையில் வாஸ்குல கேம்பியம் தோன்றி குறுக்கு வளர்ச்சி தொடங்குகிறது. பின்னர் இதில் இரண்டாம் சைலத்தில் ஆங்காங்கே வெசல்களைச் சூழ்ந்துள்ள பாரங்கைமா திசுக்கள் பகுப்படைந்து ஆக்குத்திசுவாக் மாறி ஒரு சிறு கேம்பிய வளையத்தை தோற்றுவிக்கும். பல இடங்களிலும் தோன்றும் இக்கேம்பிய வளையம் உட்புறம் ஒரு சில சைலம் அங்கங்களை மட்டும் தோற்றுவித்து, வெளிப்புறம் குறிபிடத்தக்க அளவு சேமிக்கும் பாரங்கைமா திசுவை உண்டாக்குகிறது. இதனால் பெரிய, பருமனான கிழங்குகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வேரில் பெரிசைக்கிளிலிருந்து தோன்றும் ∴பெல்லோஜன் பெரிடெர்மைத் தோற்றுவிக்கிறது.

ர∴பானஸ் சடைவஸ் (க்ருசி∴பெரே – முள்ளங்கி, படம். 10.5C)

இவ்வேரில் முதனிலை உள்ளமைப்பில், இரண்டு சைலம் இரண்டு ∴புளோயம் கற்றைகள் அடுத்தடுத்து ஆரப்போக்கில் அமைந்துள்ளன. பொது முறையில் வாஸ்குல கேம்பியமும் இரண்டாம் நிலை திசுக்களும் தோன்றுகின்றன. பின்னர் இரண்டாம் நிலை சைலத்தில் காணப்படும் சைலம் பாரங்கைமா செல்கள் ஊடுறுவி வளர்ந்து ஆங்காங்கே ஆக்குத் திசுக்களாகச் செயல்பட்டு சிறு கேம்பிய வளையங்களை உருவாக்குகின்றன. தனிப்பட்ட இக்கேம்பிய வளையங்கள் உட்புறம்

ஒரு சில சைலம் அங்கங்களையும், வெளிப்புறம் சேமிக்கும் பாரங்கைமாவையும் அதிக அளவு தோற்றுவிக்கிறது. இக்குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறும் போது பெரிசைக்கிளில் இருந்து ∴பெல்லோஜன் தோன்றி இரண்டாம் நிலை பாதுகாப்புப் பெரிடெர்ம் தோன்றுகிறது.

பீட்டா வல்காரிஸ் (கீனபோடியேசி – பீட்ருட், படம். 10.5, **A,B**) இளம் வேர்களில் இரண்டு சைலம் கற்றைகளை அடுத்தடுத்து இரண்டு ∴புளோயம் கற்றைகள் ஆரப்போக்கில் அமைந்துள்ளன. பொது மாதிரியான முறையில் வாஸ்குல கேம்பியம் தோன்றி இரண்டாம் நிலை சைலத்தை நடுப்புறம் நோக்கியும் இரண்டாம் நிலை ∴புளோயத்தை வெளிப்புறமும் கொடுக்கிறது. இது செயலுள்ளதாக இருக்கும் போது மற்றுமொறு கேம்பிய வளையம் இரண்டாம் சைலம் மற்றும் ∴புளோயத்திற்கு வெளிப்புறம் தோன்றுகிறது. இக்கேம்பியமும் முந்தைய கேம்பியம் போன்றே செயல்படுகிறது. இவ்வாறு பல கேம்பிய வளையங்கள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக தோன்றி செயல்படுகிறது. அதே சமயத்தில் பெரிசைக்கிள் பாரங்கைமா செல்கள் பகுப்படைந்து சைலம், ∴புளோயம் வளையங்களை ஊடுறுவி வளர்கிறது. இதனால் இரண்டாம் நிலை சைலம், புளோயம் தனித்தனி கற்றைகள் போல துண்டிக்கப்பட்டு பல வளையங்களில் காணப்படுகிறது. ஊடுறுவி வளரும் பெரிசைக்கிள் பாரென்கைமா செல்களே ஆந்தோசையனின் சர்க்கரைக் கூட்டுப் பொருட்களைச் சேமிக்கும் திசுவாகச் செயல்படும். தொடர்ந்து செயல்படும் இக்கேம்பிய வளையங்கள் **மிகையான எண்ணிக்கையிலுள்ள கேம்பியங்கள்** (Supernumerary cambia) எனப்படும். இவ்வகை இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியால் பீட்ருட் குறுக்களவில் அதிகரிக்கிறது. மேலும் பெரிசைக்கிள் செல்கள் வெளிப்புறம் ∴பெல்லோஜனைத் தோற்றுவிக்கிறது. இப்பக்க ஆக்குத்திசு இரண்டாம் நிலை பாதுகாப்பு பெரிடெர்மைத் தோற்றுவிக்கும்.

ஈ. ஒருவிதையிலைத் தண்டுகள் - முதன்நிலை குறுக்கு வளர்ச்சி

முதனிலைப் பருமனாக்குத் திசு (Primary Thickening Meristem)

பொதுவாக ஒருவிதையிலை தாவரங்களில் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறுவதில்லை. எனினும் ஒரு சில ஒருவிதையிலைத்

தாவரங்களில். எடுத்துக் காட்டாக அரிக்கேசி, பாமேசி (தென்னை, பனை), லில்லியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களிலும், *அலோ* (Aloe), *சான்சிவீரியா* (Sansevieria), *யூக்கா* (Yucca), *டிராசீனா* (Dracaena), *அகேவ்* (Agave) போன்ற பேரினங்களிலேயும் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. ஆயின் இக்குறுக்கு வளர்ச்சி, இருவித்திலை இனங்களில் நடைபெறும் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கு ஒப்பானதல்ல. இதனை தனிப்பட்ட இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி எனக் கருதலாம். இதற்கு ஆதாரமாக உள்ள ஆக்குத்திசு **முதனிலை பருமனாக்குத்திசு** (Primary thickening meristem) எனப்படும்.

தென்னை. பனை, வாழை (*Musa*, படம்.10.6.A), அல்லியம் போன்ற தாவரங்களின் வளர்நுனிகளில் காணப்படும் தண்டுநுனியாக்குத்திசு முதனிலை வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமாக உள்ளது. இதற்கு கீழே அமைந்துள்ள இளம் இலைத் தோன்றல்களின் அடியில் காணப்படும் திசுக்கள் பரிதிக்கு நேர்குத்தான முறையில் (Periclinal division) பகுப்படைந்து புதியதொரு ஆக்குத் திசுவை தோற்றுவிக்கிறது. இச்செல்கள் நீள் சதுர வடிவமானதாகவும் பல அடுக்குகளிலும், நுனியாக்குத் திசுவிற்கு இணையாகவும் அமைந்துள்ளது. பார்ப்பதற்கு அடுக்குற்ற கேம்பியம் போல் காணப்படும். இவ்வாக்குத் திசுவே **முதனிலைப் பருமனாக்குத் திசு** எனப்படும் (படம்.10.6A). இதிலிருந்து தோன்றும் தோன்றல்கள் ஆதாரத் திசுவினை தோற்றுவிக்கிறது. மேலும் இவ்வாக்குத் திசுவில் ஆங்காங்கே நேர்முகப்பகுப்பு நடைபெற்று புரோகேம்பிய செல்கள் தோற்றுவிக்கப்படும். இவை தண்டு நுனிக்கு கிடைமட்டமாக சற்று சாய்வாக காணப்படும். இப்புரோகேம்பியம், வாஸ்குல கற்றைகளை உண்டாக்குகின்றன. இவ்விரு ஆக்குத் திசுக்களும் ஒருங்கே சேர்ந்த அமைப்பு தொப்பி போன்று இருப்பதால் **ஸிம்மர்மேன், டாம்லின்சன்** (Zimmermann, Tomilinson, 1976) போன்றோர் இதற்கு **தொப்பியாக்குத்திசு** (Cap meristem) என பெயர் சூட்டியுள்ளனர் (படம்.10.6A). தண்டுநுனியாக்குத்திசு, தொப்பியாக்குத் திசு ஆகிய இரண்டிலும் உள்ள புரோகேம்பிய இழைகளே இத்தண்டுகளில் காணப்படும் வாஸ்குல கற்றைகளையும் நார் பசல்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன.

பரவலான இரண்டாம் குறுக்குவளர்ச்சி (Diffuse Secondary Thickening)

பாமே தண்டுகளில் (*ராய்ஸ்டோனியா, அக்டினோ.'.ப்ளோயியஸ் - Roystonea, Actinophloeus*) நுனியாக்குத்திசுவிற்கு அருகே பரவியுள்ள பாரெங்கைமா செல்கள் பகுப்படைந்து கற்றை உறை நார் செல்களையும் எளிய வகை பாரங்கைமா செல்களையும் அதிக அளவில் உண்டாக்குகின்றன. இதனால் தண்டு நுனி குறுக்களவில் அதிகரிக்கிறது. இது பரவலான இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி எனப்படும் (படம்.10.6.B). தண்டின் வளர்ச்சியில், துவக்க காலத்திலேயே அதிலுள்ள கணு இடை தூரங்கள் எந்த அளவிற்கு குறுக்களவில் அதிகரிக்க வேண்டுமோ, அந்த அதிகபட்ச அளவை பரவலான இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறுவதால், தண்டின் நுனிப்பகுதி, குறுக்களவில் அதிகரித்து விடுகிறது. இம்மாதிரி துவக்க காலத்திலேயே குறுக்காக மட்டும் வளர்ந்து அகலத்தில் அதிகரிக்கும் நிகழ்ச்சி உறுதி செய்யப்பட்ட வளர்ச்சி (Establishment growth) எனப்படும். இதன் பின்னரே தண்டு உயரத்தில் வளர ஆரம்பிக்கின்றது (டாம்லின்சன், 1970).

இரண்டாம்நிலை பருமனாக்குத்திசு (Secondary thickening meristem)

டிரசீனா, சான்தோரோயியா, கார்டிலைன், அலோ, யுக்கா, கின்ஜியா மற்றும் *டையஸ்கோரியா* (*Dracaena, Xanthorrhoea, Cordyline, Aloe, Yucca, Kingia, Dioscorea*) போன்ற ஒருவித்திலை தாவரங்களில் இரண்டாம்நிலை பருமனாக்குத்திசுவின் மூலம் குறுக்குவளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இது தனிவகை வாஸ்குல கேம்பியம் (Cutter, 1971) எனவும் அழைக்கபபடும். இவ்வாக்குத்திசு முதனிலை பருமனாக்குத் திசுவின் நேர்வழித் தோன்றல்கள் ஆகும். முதனிலை வாஸ்குல கற்றைகளும் ஆதாரத்திசுவும் உள்ள பகுதியில் ஆதாரத்திசுவின் விளிம்பில் உள்ள எளியவகை பாரங்கைமா செல்கள் பரிதிக்கு நேர் குத்துப் பகுப்படைந்து இவ்வாக்குத் திசுவினைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இச் செல்கள் வடிவத்தில் வேறுபட்டிருக்கலாம். உயரப்போக்கு நீள் வெட்டில் பார்க்கும் போது கதிர்கோல் வடிவிலோ, நீள் சதுர வடிவிலோ பல்கோண அமைப்பிலோ அல்லது ஒரு பக்கம் கிடைமட்டமாகவும், ஒரு பக்கம் குவிந்து கூர்மையாகவோ காணப்படலாம். இக்கேம்பியம் உட்புறமாக இரண்டாம் நிலை வாஸ்குலார் கற்றைகளையும், பாரங்கைமா திசுக்களையும் தோற்றுவிக்கின்றது (படம்.10.6C). வெளிப்புறமாக குறைந்த அளவில் ஒரு சில பாரெங்கைமாதிசு அடுக்குகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. இரண்டாம் நிலை வாஸ்குலக் கற்றைகள் ஒருங்கமைந்த கற்றைகளாகவோ (*கின்ஜியா*),

சைலம் சூழ் வட்டக் (Amphivasal) கற்றைகளாகவோ (*டிரசீனா. அலோ*) காணப்படுகின்றன. இரண்டாம் நிலையில் தோன்றிய பாரங்கைமா திசு சில் தண்டுகளில் லிக்னின் படிந்த தடிப்புற்ற செல்களாக மாறிவிடும். *டிராசீனா* தண்டில் (படம்.10.6D), இரண்டாம் நிலை பருமனாக்குத் திசுவினால் தோற்று விக்கப்பட்ட தடித்த சுவர் கொண்ட பாரங்கைமா செல்களும், சைலம் சூழ்வட்ட வாஸ்குல தொகுப்புகளும் (ஆம்.ஃ.வேசல்) ஆரப்போக்கில் வரிசைக்கிரமமாக அமைந்தும், முதனிலை ஒருங்கமைந்த வாஸ்குல தொகுப்புகளும், ஆதாரப் பாரங்கைமா செல்களும் சிதறுண்டு, ஒழுங்கற்ற முறையில் அமைந்திருப்பதையும் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணலாம். இது டிரசீனா தண்டிற்குரிய தனிப்பட்ட பண்பாக கருதப்படுகிறது (படம்.10.6.C,D).

அடுக்குற்ற கார்க் (Storied Cork)

பொதுவாக ஒருவிதையிலை தண்டுகளில் பெரிடெர்ம் போன்ற ஒரு பாதுகாப்பு அடுக்குத் தோன்றுவதில்லை. அதற்குப் பதிலாக வெவ்வேறு வகையில் பாதுகாப்பு அடுக்குகள் தோன்றுகின்றன. ***கேலாமஸ்*** (*Calamus*) தாவரத்தில் புறத்தோல் அடுக்கே கடினத்தன்மை அடைத்து பாதுகாக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. *டைஃபா* (*Typha*), *லிவிஸ்டோனியா* (*Livistonia*), *ஃப்னீக்ஸ்* (*Phoenix*) போன்ற தாவரத் தண்டுகளில் புறணி செல்களின் சுவர்களில் சூபரின் பொருள் படிவதால் தடிப்புற்று இரண்டாம் நிலை பாதுகாப்பு அடுக்காக மாறிவிடுகிறது. *டிராசீனா* (*Dracaena*), *கார்டிலைன்* (*Cordyline*) போன்ற தாவர தண்டுகளில் விளிம்புப் பகுதியில் காணப்படும் ஆதாரத்திசுவாகிய பாரங்கைமா செல்கள் **மீள்வளர்ச்சி** மாற்றங்களை (Dedifferentiation) அடைந்து பகுப்புற்று கார்க் போன்ற செல்களை தோற்றுவிக்கின்றன. இச்செல்கள் சூபரின் படிவதால் தடிப்புற்றுக் காணப்படும். இவ்விரண்டாம் நிலை பாதுகாப்பு அடுக்கே அடுக்குற்ற கார்க் என அழைக்கப்படும். இது இருவிதையிலைத் தாவர தண்டுகளின் கார்க்கிலிருந்து தோற்றத்தின் அடிப்படையில் வேறுபடுகிறது. ஏனெனில் இருவிதையிலைத் தாவரத் தண்டுகளில் தனிப்பட்ட ஆக்குத் திசுவாகியா ஃபெலலோஜனே கார்க் பகுதியை தோற்றுவிக்கிறது. அடுக்குற்ற கார்கின் செல்கள் ஆரப்போக்கு அடுக்களில் காணப்பட்டாலும் தொடர்வளையமாக இருப்பதில்லை. இடைப்பட்ட இடங்களில் உள்ள பாரெங்கைமா செல்களிலும் சூபரின் பின்னர் படிந்து தடிப்புற்று

விடுவதால் இவ்வடுக்கு கடினமான ஒரு தொடர்பாதுகாப்பு அடுக்காக மாறிவிடுகிறது.

11. பக்க வேர், பக்கக் கிளைகளின் தோற்றம் (Origin of Lateral Roots & Branches)

வேர்கள் மண்வெளியில் வளர்வதால் பழுப்பு நிறத்திலும், பசுங்கணிகங்கள் இல்லாமலும், கணுக்கள், கணு இடை தூரம் போன்ற வேறுபாடுகள் இல்லாமலும் காணப்படும். வேர் நுனி எப்போதும் வேர்மூடி என்ற அமைப்பால் சூழப்பட்டு பாதுகாப்பாக உள்ளது. பொதுவாக தண்டில் கிளைகளும், இலைகளும் தோன்றும் போது அவை தண்டுநுனியாக்குத் திசுவிலிருந்து உருவாகும் தோன்றல்களில் (Primordia) இருந்து தோன்றும், இது வெளிப்புறத் தோற்றமுறை (Exogenous origin) எனப்படும். ஆனால் வேர்களில் பக்க வேர்கள் தோன்றும் போது, அது உட்புறத் திசுவாகிய பெரிசைக்கிளிலிருந்து தோன்றுவதால் இது உட்புறத் தோற்றமுறை (Endogenous origin) எனப்படுகிறது.

பொதுவாக பிரதான வேரின் உள்ளமைப்பில், புரோட்டோசைல முனைகளுக்கு எதிராக உள்ள பெரிசைக்கிள் செல்கள் பெரும்பாலும் பக்க வேர் ஆதாரங்களாகச் செயல்படத் துவங்கும் (படம்.11.1A,B). இச்செல்கள் பரிதிக்கு இணையான பகுப்பையும் (Periclinal) ஆரப்போக்கு (Anticlinal) பகுப்பையும் அடைகிறது (படம்.11.1C). இப்புது அடுக்குச் செல்கள் வெளிப்புறமாக முட்டுக்களாக அல்லது புடைப்புக்களாகத் தோன்றும். இம்முட்டுக்கள் புறணிச் செல்களை ஊடுருவி வளர ஆரம்பிக்கிறது. இம்முட்டு பக்க வேர் தோற்றுவி எனப்படும் (படம்.11.1D). இந்நிலையில் முதனிலைத் திசுக்களும், வேர்நுனியாக்குத்திசுவும் வேர் மூடியும் முட்டுக்களில் வேறுபாடுறுகிறது. மேலும் நடுவில் காணப்படும் ஒரு சில செல்கள் வாஸ்குலத் திசுக்களாக மாற்றங்கள் அடைந்து மைய வேரில் உள்ள வாஸ்குல கற்றைகளுடன் தொடர்பு ஏற்படுத்திக் கொள்கின்றன. கடைசியில் மையவேரின் புறத்தோல் செல்களிடையே ஊடுருவி வளர்ந்து, அவற்றை விலக்கிக் கொண்டு வெளிப்படுகின்றன. மேற்கூறிய வளர்ச்சி ஆணிவேர்

தொகுப்பில் காணப்படும் வளர்முறையாகும். சல்லிவேர் அல்லது வேற்றிடவேர்களில் பக்கவேர் தோன்றும் போது மைய அச்சின் முதனிலை ஃபுளோயம் செல்களில் இருந்தோ அல்லது சைலத்திற்கும், ஃபுளோயத்திற்கும் இடைப்பட்ட பாரங்கைமா திசுவிலிருந்தோ பக்கவேர் முட்டுக்கள் உண்டாக்கப்பட்டு, பின்னர் மேற்கூறிய வளர்முறையில் வளர்ந்து வெளிப்படுகிறது.

பக்ககிளை தோற்றம் : பக்கக்கிளை பொதுவாக, கோண மொட்டுக்களில் இருந்து தோன்றுகிறது. இலைத் தோற்றுவிகளுக்கு சற்றுகீழே **கோண மொட்டுத் தோற்றுவிகள்** தோன்றுகின்றன (படம் 11.2I) கோச் (Koch> 1893), கேரிசன் (Garrison, 1955) ஆகியோர் கருத்துப்படி இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் மேற்கூறிய முறையிலும், ஒருவிதையிலைத் தாவரங்களில் இலைக் கோணங்களில் தோன்றுகிறது என்பதாகும். கோணமொட்டுத் தோற்றுவிகள் ஆக்குத்திசுக்களாக மாறுபாடு அடைந்து கோணமொட்டுக்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. உருளைக்கிழங்கு தாவரத்தில் கோண மொட்டுகள் தோன்றும் இடத்தில், துவக்கத்தில் ஒழுங்கற்ற முறையில் பகுப்படைந்து பின்னர் ஒரே சீராக பகுப்படைய ஆரம்பிக்கிறது. இதனால் பல அடுக்குகள் ஒரேசீராகத் தோன்றி ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக இணையாக அமைகிறது. இது அரை வட்டமாக கிளிஞ்சல் போன்று காணப்படுவதால் இது கிளிஞ்சல் அடுக்கு (shell-zone) எனப்படும் (படம்.11.2II). இவ்வடுக்கு மேலும் மேலும் பகுப்படைந்து கோணமொட்டு ஆக்குத் திசுவை வெளிப்புறம் தள்ளுவதாக கருத்து தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது. பின்னர் இக்கோண மொட்டு ஆக்குத் திசு தண்டு நுனியாக்குத் திசுவைப் போலவே செயல் பட்டு பக்கக் கிளையை தோற்றுவிக்கிறது (படம்.11.2III)

12. காயம் ஆறுதல், ஒட்டு இணைதல் (Wound Healing and Grafting)

காயம் ஆறுதல் : பூக்கும் தாவரங்களின் இலைகள், இலைக்காம்புகள் மலர்கள், மலர்க்காம்புகள் போன்றவை பெரும்பாலும் முதன்நிலை (Primary) வளர்ச்சி மட்டுமே கொண்டவை. ஒருபருவத் (annuals) தாவரங்களாகிய சிறு செடிகளின் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் முதன்நிலை வளர்ச்சி மட்டுமே காணப்படுகிறது. இத்தகைய முதன்நிலை வளர்ச்சி மட்டுமே கொண்ட தாவரங்களில் காயங்கள் ஏற்படும்போது காயம்பட்ட இடங்களில் உள்ள செல்களிலிருந்து செல் திரவம் வெளிப்பட்டு, வேதியியல் மாற்றத்திற்குட்பட்டு திடமான மென் படலமாக காயத்தின் மேல் படிந்துவிடும். இதுபாதுகாப்பு படலம் அல்லது தழும்பு (Scar) எனப்படும். இப்படலத்தின் கீழுள்ள பாரங்கைமா செல்கள் ஆக்குத் திசுவாகச் செயல்பட்டு பெரிடெர்ம் என்ற பாதுகாப்பு அடுக்கைத் தோற்றுவிக்கும்.

இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி கொண்ட பெரிய தண்டுகள், வேர்கள், கிளைகள், பக்க வேர்களில் காயங்கள் ஏற்படும்போது மேற்கூறிய முறையில் நடைபெறாமல் சற்று சிக்கலான, விரிவான முறையில் காயம் ஆறுதல் நடைபெறுகிறது. காயங்கள் ஏறபட்டவுடன் அவ்விடத்திலுள்ள பாரங்கைமா செல்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் வளர்ந்து பெரிய செல்களாக மாறுகின்றன. இம்மாற்றம் செல் உருப்பெருக்கமடைதல் (Hypertrophy, படம். 12.B,a) எனப்படும். உருப்பெருக்கமடைந்த இச்செல்களின் எல்லா திசைகளிலும் ஒழுங்கற்ற முறையில் பகுப்படைந்து புதிய செல்களை உண்டாக்கும். இது செல் எண்பெருக்கமடைதல் (Hyperplasia) எனப்படும். எண்ணிக்கையில் பெருக்கமடைந்த இச்செல்கள் தொகுப்புகேலஸ் (Callus, படம்.12.B.a,b) எனப்படும். கேலஸ் திசுவிலிருந்து புதிய ஆக்குதிசுவடுக்கு ஒன்று தோன்றுகிறது. இது சீரமைப்புக் கேம்பியமாகும் (Wound cambium / re-organised cambium, படம். 12.A,b) இப்புதிய கேம்பியஅடுக்கு ஏற்கனவே

செயல்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் வாஸ்குல கேம்பியத்துடன் பக்கவாட்டில் இணைந்துவிடும். இப்புதிய கேம்பியப் பகுதி செயல்படத் துவங்கி உட்புறம் இரண்டாம் நிலை சைலத்தையும் வெளிப்புறம் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்தையும் தோற்றுவிக்கும். இப்புதிய திசுக்கள் ஏற்கனவே உள்ள இரண்டாம் நிலை சைலம், இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்துடன் இணைந்துவிடுகின்றன (படம். 12, B,b). இம்முறையில் தாவரங்களில் காயங்கள் ஆற்றப்படுகின்றன. காடுகளில் வளரும் மரங்களின் பக்கக்கிளைகள் வேர்கள் ஆகியவை அருகருகாக வளரும் போது அவை ஒன்றுடன் ஒன்று உராய்தலால் காயங்கள் ஏற்படும் அல்லது ஒடிந்துவிடும். இவ்விடங்களில் (காயம்பட்ட இடங்கள்) காலஸ் திசு தோன்றுகிறது. இரு பகுதிகளிலும் தோன்றும் காலஸ் பகுதிகள் இணைந்து கொள்கிறது. இது **இயற்கையான ஒட்டுதல்** (Natural grafting) எனப்படும்.

தாவரங்களின் இக்காயம் ஒட்டிக் (Grafting) கொள்ளும் தன்மையை பயன்படுத்தி நாம் **ஒட்டுஇணைதல்** நடத்தி பயனடைகிறோம். இம்முறையில் பயனற்ற பண்பு கொண்ட தாவரங்களை, வீரிய பயனுள்ள பண்புகள் கொண்ட தாவரமாக மாற்ற முடிகிறது. மா, பலா, கொய்யா, சப்போட்டா போன்ற பழ மரங்களில் **ஒட்டுஇணைதல்** முறையில் உயர்தர பழ வகைகளையும், அதிக மகசூல் தரக்கூடிய தாவரங்களையும் தோற்றுவிக்கலாம்.

தண்டு ஒட்டு இணைவு முறை : (படம். 12,A,a,b) ஒட்டு நடத்தி பண்புகள் மாற்றப்பட வேண்டிய தாவரம் **அடித்தண்டு** (stock) எனப்படும். வெளியிடத்தில் இருந்து, பயனுள்ள பண்பு கொண்ட தாவரத்தில் இருந்து தேர்வு செய்து கொண்டுவரும் பக்கக் கிளைகள் **ஒட்டுத்தண்டு** (scion) எனப்படும். அடித்தண்டு தாவரத்தின் மேற்புற கிளைகளை வெட்டிவிட்டு, வெட்டப்பட்ட இடத்தில் வெட்டுப்பள்ளம் ஒன்று செதுக்கப்படும். அதே குறுக்களவு கொண்ட ஒட்டுத்தண்டு கிளையைத் தேர்வு செய்து, அடித்தண்டில் ஏற்படுத்திய வெட்டுப்பள்ளத்தில் சரியாக பொருந்தும் வண்ணம் கூர்நுனியாகச் செதுக்க வேண்டும். பின்னர் அடித்தண்டின் வெட்டுப் பள்ளத்தில் ஒட்டுத்தண்டின் கூர்நுனியைச் சரியாக பொருத்தி ஈரத்தை ஈர்த்து வைத்துக்கொள்ளும் திறன் கொண்ட உலர் மாஸ் தாவரம் அல்லது தேங்காய் நாரினைச் சுற்றிலும் வைத்து நன்கு மூடி ஈரப்பதத்தோடு பாதுகாப்பாக வைக்க வேண்டும் (பிளவு ஒட்டு முறை, படம். 12.A,a – cleft graft). அடித்தணடு தாவரத்திற்கு நன்கு நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். வெட்டுப்பட்ட இரு தண்டுகளும் காயத்தை

ஆற்றிக் கொள்ள காலஸ் திசுவை உண்டாக்கி, பின்னர் **சீரமைப்புக் கேம்பியத்தை** தோற்றுவிக்கும். இப்புதிய கேம்பியம் ஏற்கனவே உள்ள கேம்பியத்தோடு இணைந்து செயல்பட்டு இரண்டாம் நிலை திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கும். இந்நிலையில் ஒட்டுத் தண்டில் இருந்து வளரும் பக்கக் கிளைகளை மட்டும் வளரவிட்டு மற்ற கிளைகளை வெட்டி விடுதல் நலம். புதிய கிளைகள் நல்ல உயர்தர பழங்களையும், அதிக லாபத்தை தரக்கூடிய உயர்மகசூலையும் கொடுக்க வல்லதாகிவிடுகிறது. இம்மாதிரி மொட்டுக்கள் ஒட்டு இணைவு முறையையும் (Bud grafting) வெற்றிகரமாக செய்யலாம். ஒட்டு தண்டு தாவரத்தின் மொட்டுடன் சிறிது பட்டை திசுக்களையும் சேர்ந்தாற்போல் பிரித்தெடுத்து அடித்தண்டு தாவரத் தண்டின் பட்டையை சற்றே விலக்கி அதன் மேல் இம்மொட்டினை வைத்து இணைத்து விடும்போது மொட்டில் உள்ள கேம்பியமும், தண்டில் உள்ள கேம்பியமும் இணைந்து பயனுள்ள ஒட்டுமுறை பக்கக்கிளையை உண்டாக்கும். இப்பக்கக் கிளையை மட்டும் வளரவிட்டு புதிய ஒட்டுத் தாவரத்தை உண்டாக்குகிறார்கள்.

ஆக்குத் திசுவாகிய வாஸ்குல கேம்பியத்தின் செயல்திறனே ஒட்டு இணைதலுக்குக் காரணமாகிறது. எனினும் இவ்வாக்குத் திசு தோன்றாத ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களிலும், ஒட்டு இணைவு முறையை சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் வெற்றிகரமாக செயல்படுத்தி உள்ளார்கள் என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். ஒருவிதையிலை தாவரங்களில் ஒட்டுமுறை செய்யும் போது இரு உறுப்புக்களுக்கிடையே துவக்கத்தில் அழுத்தமான ஒரு வகை இணையும்அடுக்கு உண்டாகிறது. இவ்விடத்தில் பாரங்கைமா செல்கள் பகுப்படைய ஆரம்பிக்கிறது. இந்நிலையில் இணையும் அடுக்கு மறைந்து, புதிய செல்கள் வாஸ்குல கற்றைகளைத் தோற்றுவிக்கும். இவ்விதம் ஒருவித்திலை தாவரங்களில் ஒட்டு இணைதல் நடைபெறுகிறது

12. மலர்களின் வாஸ்குல அமைப்பு (Floral Vasculature)

தாவர உலகில், பூக்கும் தாவரங்களே பரிணாமத்தில் உச்ச நிலையை அடைந்துள்ளது என தாவரவியல் வல்லுநர்கள் கருதுகின்றனர். மலர்களே கனிகளையும், விதைகளையும் தோற்றுவிக்கும் சிறப்பியல்பைக் கொண்டவைகள். தாவரவகைப் பாட்டியலில் பெரும்பாலும் மலர்களின் அமைப்பு, புல்லி, அல்லி இதழ்களின் எண்ணிக்கை, இணைவு, மகரந்தத்தாள் வட்டத்தின் அமைப்பு, சூலகங்களின் இணைப்பு போன்றவற்றின் அடிப்படையில் பிரிவுகள், குடும்பங்கள், பேரினங்கள், சிற்றினங்கள் ஆகியவை பாகுபாடு செய்யப்பட்டுள்ளது. மலர்களின் தோற்ற வரலாற்றை பொருத்த அளவில் பல்வேறு கருத்துக்களும், கோட்பாடுகளும் நிலவுகின்றன. பரிணாமவரலாற்றில், இலைகளும், தண்டுகளுமே மலர்களாக பரிணமித்துள்ளது என பல அறிஞர்கள் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர்.

இனவரலாற்றில் தண்டு, மாற்றுரு அடைந்து மலர் அல்லது மஞ்சரிக் காம்பாக மாற்றப்பட்டு, கணு இடைதுவாரங்கள் குறைக்கப்பட்ட நிலையில் தண்டு நுனி அகலமான பூத்தளமாக உருவாகி, அதன்மேல் இலைகள் மாற்றுரு அடைந்து புல்லி வட்டம், அல்லி வட்டம், மகரந்தம், சூலகம் ஆகிய மலர் பாகங்கள் தோன்றியுள்ளது என்ற கருத்து பல அறிவியலாளர்களால் ஒப்புக் கொள்ளக் கூடிய ஒரு கருத்தாக நிலவுகிறது. மலர் பாகங்களில் வெளிப்புற வட்டத்தில் அமைந்துள்ள புல்லி, அல்லி இதழ்கள் போன்ற மலடான வளமற்ற பாகங்கள் ஓரளவு இலைகளை ஒத்துக் காணப்படுகிறது. ஆயின் மகரந்த, சூலக வட்டங்கள் இலைகளை ஒத்திராமல் வளமான, இனப்பெருக்க அமைப்பாக பரிணாமத்தில் உச்சநிலை மாற்றத்தைப் பெற்றுள்ளது. இருப்பினும் இவைகளின் உள்ளமைப்பைக் காணும்போது இவைகளும் இலையின் மாற்றுக்களாகவே இருக்கக் கூடும் என்ற கருத்து வலுப்பெறுகிறது.

பூத்தளத்தின் மேல் புல்லி, அல்லி இதழ்கள் பக்கவாட்டில் இணைந்தோ அல்லது இணையாமலோ காணப்படுகிறது. இவைகள் வட்டங்களாகவோ அல்லது சுழல் அமைப்பிலோ பூத்தளத்தில் மேல் தோற்றுவிக்கப்பட்டிருக்கும். மலரின் பாகங்கள் சிற்றினத்திற்கு தக்கவாறு வெவ்வேறுபட்ட அளவில் இணைந்து காணப்படுகின்றன. ஒத்த பாகங்கள் அதாவது அல்லி இதழ்களுக்குள்ளோ அல்லது புல்லி இதழ்களுக்குள்ளோ ஒன்றோடு ஒன்று ஒன்றியிருந்தால் அது ஒன்றிய இணைவு (Cohesion) என்று அழைக்கப்படும். சில சிற்றினங்களில் மலர்களின் பாகங்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்திருந்தால் அதாவது புல்லியும் அல்லியும் சேர்ந்தோ அல்லது அல்லி மகரந்தத் தாள்களுக்கிடையேயோ அல்லது மகரந்த சூலகங்களுக் கிடையேயோ இணைப்பு நிகழ்ந்திருந்தால் அது பாக இணைவு (Adnation) எனப்படும்.

மலர்களின் தோற்றம்

தாவரங்களில் உடல் வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான தண்டு நுனி ஆக்குத் திசு மலர்களையோ, மஞ்சரியையோ தோற்றுவிக்கும் போது வளமையான நுனி ஆக்குத் திசு (Reproductive apex) வாக மாறி இனப்பெருக்க அமைப்புக்களான மலர் பாகங்களைத் (பூவடிச் செதில், புல்லி, அல்லி, மகரந்தம் சூலகம்) தோற்றுவிக்கிறது. இவ்வளமையான நுனி முதலில் அகலத்தில் அதாவது குறுக்களவில் அதிகரித்து சுற்றுப்பகுதியில் மலர் ஆதாரத் திசுக்களை (Floral primordia) உண்டாக்குகிறது. இந்நிலையில் நுனியின் நடுப்பகுதியில் காணப்படும் செல்கள் உள்ள பகுதி படிப்படியாக குறைந்து கடைசியில் மறைந்து விடுகிறது. இப்பகுதியில் உள்ள செல்கள் சற்றுப் பெரியதாகவும், வாக்யூல்கள் நிறைந்ததாகவும் காணப்படும். இந்த மையதாய் செல்கள் வரிசை ஆக்குத் திசு (Rib Meristem) வாக மாறிவிடுகிறது. இதனைச் சூழ்ந்துள்ள செல்கள் சிறியதாகவும், அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம், புரதம், ஆர்.என்.ஏ. ரிபோசோம்கள், கோல்ஜி உடலங்கள் ஆகியவற்றினில் அதிகரித்தும் காணப்படுகிறது. டி.என்.ஏ அளவு அதிகரிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல், மைட்டாடிக் பகுப்பு தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. இதனால் இந்நுனியில் சுற்றுப் பகுதியிலிருந்து பூவின் பாகங்கள் நடுவில் உள்ள நுனிப்பகுதியை நோக்கி உண்டாகின்றன. இது நுனி நோக்கு வளர் முறை (Acropetal Growth) எனப்படும். இதனால் நடு நுனிப் பகுதியை ஒட்டிய மலர் பாகம் இளம் நிலையிலும்,

வெளி அல்லது விளிம்பில் தோன்றிய மலர் பாகம் முதிர்ந்த நிலையிலும் உள்ளது.

ப்ளெண்டி∴போல் (Plantefol, 1947) என்ற ஆய்வாளரின் கருத்துப்படி வளமை நுனியாக்குத் திசுவிலுள்ள ஆன்னுத் தோற்றுவிகள் (Annu initiale) புல்லி, அல்லி இதழ்களையும், மெரிஸ்டம்-டி-அட்டெனடே (Meristem d' attente) மகரந்த, சூலகவட்டங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது என்பதாகும். பெர்னியர் (Bernier, 1967) ஆய்வுப்படி சமபக்க அளவு கொண்ட சுற்றுச் செல்களே அதிக அளவு நேர்முகப் பகுப்பு (mitotic) அடைந்து மலர் தோற்றுவிகள் தோன்ற ஆதாரமாக உள்ளது என்பதாகும். வாழை மஞ்சரியில் காணப்படும் வளமைநுனி ஆக்குத் திசுவில் உள்ள வரிசையாக்குத்திசுவே மிக நீண்ட மஞ்சரிக் காம்பு தோன்றுவதற்கு ஆதாரம் என்று ∴பான் (Fahn, 1963) கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார்.

வாஸ்குலத் திசு அமைப்பு

மலர்க் காம்பு அல்லது மஞ்சரித் தண்டின் உள்ளமைப்பு தண்டின் உள்ளமைப்பைப் போன்றே காணப்படும். வாஸ்குல திசு காம்பினுள் தொடர்ச்சியாகவோ அல்லது தொடர்ச்சியற்ற சிறு தொகுப்புகளாகவோ பூத்தளம் வரை செல்லுகின்றது. இந்தப் பிரதான ஸ்டீல் பகுதியில் இருந்து மலர் பாகங்களுக்கு வாஸ்குல இழுவைகள், இடைவெளிகளை ஏற்படுத்திக் கொண்டு உட்செல்கின்றன. பூத்தளத்தில் பல இழுவைகளும், பல இடைவெளிகளும் காணப்படுவதால் உள்ளமைப்பு சிக்கலான, வலைபோன்றுள்ளது. இழுவைகள் மைய வாஸ்குல அச்சிலிருந்து வட்ட வட்டமாகவோ, அல்லது சுருள் போக்கிலோ, மலர் பாகங்களின் அமைவு முறையை பொருத்துச் செல்கின்றன. இழுவைகள் சூலக இலை வரை சென்று முடிவடைகின்றன.

பொதுவாக புல்லி, அல்லி இதழ்களுக்கு மைய வாஸ்குல தொகுப்பில் இருந்து ஓர் இழுவை செல்லுகிறது. பெரும்பாலும் குறிப்பிட்ட சிற்றினத்தில் ஓர் இலைக்கு எத்தனை இழுவைகள் செல்லுகிறதோ, அதே எண்ணிக்கையில் புல்லி, அல்லி இதழ்களுக்குச் செல்கிறது. மகரந்தத்தாள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒன்றிலிருந்து மூன்று இழுவைகள் செல்லுகிறது. ஒவ்வொரு சூலக இலைக்கும் ஒன்று,

மூன்று, ஐந்து அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இழுவைகளும் செல்லக் கூடும். பெரும்பாலான சூலக இலைகள் மைய வாஸ்குல தொகுப்பிலிருந்து மூன்று வாஸ்குல இழுவைகளைப் பெறுகின்றன. இவற்றில் மத்தியில் உள்ள இழுவை முதலில் பிரிந்து வந்து சூலகத்தை அடைகிறது. இது டார்சல் இழுவை எனப்படும். இலை இழுவைகளுடன் ஒப்பிடும் போது டார்சல் இழுவை நடுநரம்புக்குச் செல்லும் இழுவையை ஒத்துள்ளது. மற்ற இரு இழுவைகளும் டார்சல் இழுவை பிரிவுற்ற நிலைக்கு சற்று மேலேயிருந்து பிரிந்து வந்து சூலகத்தை அடைகிறது. இது வெண்டிரல் இழுவை எனப்படும். இது இலைகளில் உள்ள வரம்பு இழுவைகளுக்குச் சமமானதாக உள்ளது. சூலகஇலையின் விளிம்புகள் மையத்தை நோக்கி உட்சென்று மடிவுறுவதினால் வெண்டிரல் இழுவைகள் மடிவுற்ற பகுதிக்குள் அமைந்து தலைகீழாக (Inverted) காணப்படுகிறது. மூன்றிற்கும் மேற்பட்ட இழுவைகள் சூலகத்திற்குள் சென்றால் அவைகள் பக்க இழுவைகள் (Lateral traces) எனப்படும். வெண்டிரல் இழுவைகளில் இருந்து சூல்களுக்கு, வாஸ்குல தொகுப்புகள் பிரிந்து சூல் வரை செல்கின்றது. அரிதாக சூலுறைகளுக்கும் சூல் இழுவைகள் செல்வதுண்டு. மேலே கூறிய வாஸ்குல அமைவு, இணையாத மலர் பாகங்களும் மேல் மட்ட சூலகமும் கொண்ட ஹைப்போகைனஸ் மலர்களில் காணப்படுகின்றது (படம்.13.1.A,B).

பூவின் பாகங்களுக்கிடையே பாக இணைவு (Adnation) நிகழ்ந்து, அது கீழ்மட்ட சூலக அமைப்போடும், எபிகைனஸ் மலராகவும் இருப்பின் வாஸ்குலார் அமைவு மிகவும் சிக்கலான முறையில் அமைந்திருக்கும். கீழ்மட்டசூலகத்தோற்றம் பற்றி இருகருத்துகள் நிலவுகின்றன. முதலாவது கருத்துப்படி பூத்தளம் உட்குழிவான பகுதியாக மாற்றப்பட்டு அதனுள் சூலகமும் ஏனைய மலர்ப்பாகங்கள் பூத்தள விளிம்பில் இணைந்தும் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதாகும். இது அச்சுக் கோட்பாடு (Axial Theory) எனப்படும். *ஹெடிரா* (*Hedera*) *ஜீக்லன்ஸ்* (*Juglans*), ரைபெஸ் (Ribes) எரிக்கேசி (Ericaceae) குடும்ப மலர்களில், பூத்தளக் கிண்ணத்தின் சுவற்றுப் பகுதியில் மலர் பாகங்களின் இழுவைகள் வெவ்வேறு கட்டங்களில் இணைந்து செல்வது உள்ளமைப்பியலின் அடிப்படையில் நிருபிக்கப்பட்டுள்ளது (படம்.13.2, 13.3 - Douglas, 1944; Eames & Mac Daniels, 1947). இது ஆக்ஸியல் (அச்சுக்) கோட்பாட்டை விளக்குவதாக அமைந்துள்ளது.

இரண்டாவது கருத்துப்படி மலர் பாகங்கள் அனைத்தும் அடிப்புறம் இணைந்து உட்குழிவான பகுதியாக மாறி பின்னர் ஒன்றிய இணைவு (Cohesion) பாக இணைவு (Adnation) நடைபெற்றதால் கீழ்மட்ட சூலகம் தோன்றியுள்ளது என்பதாகும். இக்கருத்து **ஒட்டுறுப்பு கோட்பாடு** (Appendicular theory) அல்லது கருத்து எனப்படும். கேக்டேசி (Cactaceae), சாண்டலேசி (Santalaceae), *டர்பியா* (Darbya) போன்ற குடும்பத் தாவர மலர்களின் பூத்தளத்தின் விளிம்புவரை காணப்படும் சூலக இழுவைகள் தலைகீழாகத் திரும்பி சூலகச் சுவரின் வழியாகக் கீழ் நோக்கிச் சென்று சூல்களை அடைகின்றன. இவ்வெடுத்துக் காட்டுகள் அபெண்டிகுலார் (ஒட்டுறுப்பு) கருத்திற்கு சாதகமாக அமைந்துள்ளது [படம்.13.4. Smith 1942, Tiagi 1955, /Boke 1966].

பூவிதழ்களின் உள்ளமைப்பு

புல்லி, அல்லி இதழ்களின் உள்ளமைப்பு இலையின் உள்ளமைப்பு போலவே உள்ளது. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும் போது நடுப்புறத்தில் ஆதாரத் திசுவும் அவற்றின் இடையே கிளைத்த வாஸ்குலார் இழுவைகளும் அதனைச் சூழ்ந்த வண்ணம் புறத்தோலும் அமைந்துள்ளது. பசுமையான புல்லி இதழ்கள் பசுங்கணிகங்கள் நிறைந்த ஸ்பான்ஜி பாரெங்கைமா செல்களை ஆதாரத்திசுவாகக் கொண்டுள்ளது. மேலும் பூவிதழ்களில் படிகச் செல்கள், லாடிசி.ஃ.பெர்கள், டானின் செல்கள் ஆகியவையும் காணப்படுகின்றன. பல்வேறு வண்ணங்களுடைய அல்லி இதழ்கள் கரோட்டின், சான்தோ.ஃ.பில் போன்ற நிறமிகள் உள்ள வண்ணக் கணிகங்களைப் (Chromoplasts) பெற்றுள்ளது. மேலும் செல் சாற்றின் நிறமிப்பொருட்களான .ஃ.ப்ளேவனாய்டு (Flavonoides), ஆன்தோசையனின் (Anthocyanin), போன்றவைகளும் உள்ளன. இவ்வண்ணங்கள் மகரந்தச் சேர்க்கையின் போது பூச்சியினங்களை கவர்ந்திழுக்கும் அமைப்பாகும். புறத்தோல் செல்களில் நறுமணம் வீசும் மற்றும் எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெய் பொருட்கள் மலர்களுக்கு நறுமணத்தை அளிக்கிறது. ஒரு சில சிற்றினங்களில், புறத்தோல் செல்களின் வெளிப்புறம் ஒரே சீரான புடைப்புக்களாகக் (Papillate) காணப்படுகின்றன. குறைந்த எண்ணிக்கையில் புறத்தோல் தூவிகளும், வளர்ச்சியடையாத ஸ்டோமேட்டாக்களும் ஒரு சில சிற்றினங்களில் காணப்படலாம்.

மகரந்தத்தாள்

ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாளிலும் நீண்ட இழை அமைப்பு மகரந்தப் பைகளை தாங்கிய வண்ணமுள்ளது. மகரந்தப் பைகள் மைக்ரோ ஸ்பொராஞ்ஜியங்கள் என்றும் அழைக்கப்படும். குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் இவை நான்கு அறைகளைக் கொண்டிருப்பது புலப்படுகிறது. இவ்வறைகள் புறத்தோல், எண்டோதீசியம் ஆகிய அடுக்குகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. முதிர்ந்த மைக்ரோஸ்பொராஞ்ஜிய அறைகளில் மகரந்தங்கள் காணப்படும். மகரந்த இழைகள் குறுக்கு வெட்டில், எளிய வகை பாரென்கைமா திசுக்களால் ஆன புறத்தோலும், நடுப்புறத்தில் புளோயம் சூழ்கற்றை (Amphicribral) ஒன்றும் கொண்டு காணப்படுகிறது. இக்கற்றை, மகரந்தப் பைகளுக்கு இடையேயுள்ள இணைப்புத் திசு வரை செல்லுகின்றது.

சூலகம்

மலர்களில் ஓர்இலைச் சூலகமோ அல்லது பலஇலைச் சூலகமோ காணப்படலாம். சூலகங்கள் தனித்தோ அல்லது இணைந்தோ இருக்கலாம் குறுக்கு வெட்டில் காணும் போது ஒவ்வொரு சூலக இலையும் இரண்டு வெண்டிரல் வாஸ்குல இழுவைகளும் ஒரு டார்சல் வாஸ்குல இழுவையும் பெற்றுள்ளது. சூல்கள் இணைந்துள்ள நடு அச்சுப் பகுதி பிளாசெண்டா என்றழைக்கப்படும். சூலகத் தண்டு எளிய வகை பாரென்கைமாவால் ஆனது. சூலக முடி மிக நீண்ட புடைப்புகளுடன் கூடிய சுரக்கும் செல்களால் ஆனது (படம்.13.1.B: 13.2.D).

14. கனிகளின் வாஸ்குல அமைப்பு (Fruit Vasculature)

மலர்களில் கருவுறுதல் நிகழ்ந்த பின் கனிகள் தோன்றுகின்றன. சில சமயம் கருவுறுதல் நடைபெறாமலும் கனிகள் தோன்றும். இது பார்த்தினோகார்ப்பி (Parthenocarpy) எனப்படும். மல்பெரி, பைனாப்பிள் போன்ற தாவரங்களில் பூத்தளம், புல்லி இதழ்கள், பூவின் பாகங்கள் மாற்றமடைந்து கனிகளை உருவாக்குகின்றன. தனித்த மலர் எளிய கனிகளையும், பல சூலகஇலை கொண்ட மஞ்சரி திரள் கனிகளையும், பல சூலக இலை கொண்ட தனித்த மலர்கள் கூட்டுக் கனிகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. கனிகளின் தன்மையைப் பொருத்து சதைப்பற்றுள்ள கனிகள், உலர்கனிகள் என வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. சதைப்பற்றுள்ள கனிகள் மேலும் பெர்ரி, பெப்போ, ஹெஸ்பெரிடியம், ட்ருப், போம் என்றும், உலர் கனிகள் உலர்வெடியாக் கனிகள் (அக்கீன், கேரியாப்சிஸ், நட், சமாரா) உலர் வெடிகனிகள் (ஃபாலிக்கிள், லெகூம், கேப்ஸீல்), என்றும் வகைபடுத்தப்பட்டுள்ளது.

கனிஉறை (அ) பெரிகார்ப்

மலர்களில் காணப்படும் சூலக இலையின் உறையே கனிஉறை அல்லது பெரிகார்ப்பாக வளர்கிறது. இது விதைகளைப் பாதுகாக்கும் உறையாகும். சூலக உறையின் சுவர் பொரும்பாலும் எளியவகை பாரெங்கைமாவால் ஆனது. புறத்தோலால் சூழப்பட்டு வாஸ்குல இழுவைகளைக் கொண்டிருக்கும். கருவுறுதலுக்குப் பின் ஏற்படும் மாற்றங்களால் சூலக உறை பகுப்படைந்து பல அடுக்குகள் கொண்ட கனியுறை அல்லது பெரிகார்ப்பாக மாறுகிறது. ஆதாரத் திசுவில் வலிவூட்டும் ஸ்கிளிரெங்கைமா அடுக்குகள் தோன்ற ஆரம்பிக்கிறது.

பெரிகார்ப் சில கனிகளில் மூன்று உறைகளாக வேறுபாடுறுகிறது. வெளிப்புற உறை புறக்கனியுறை என்றும் நடுப்புற அடுக்குகள் நடுக்கனியுறை என்றும் உள்ளுறை அகக்கனியுறை என்றும் அழைக்கப்படும்.

சதைப்பற்றுள்ள கனிகளில் பெரிகார்ப் சதைப்பற்றுள்ளதாகவும். கனிந்த சாறு நிரம்பிய சுரப்பிகளாகவும் செல்லிடை வெளிகளோடு காணப்படும். — *சிட்ரஸ்* (படம்.14.1.A,B), *லைகோபெர்சிகம்* (படம்.14.2), மியூசா (படம். 14.3), போன்ற சதைப்பற்றுள்ள கனிகளில் சூலகத்தில் காணப்பட்ட டார்சல், வெண்டிரல் வாஸ்குல கற்றைகள் அதே நிலையில் புறகனியுறை, நடுகனியுறை, அகக்கனியுறைகளில் காணப்படும். ஆப்பிள் கனியில் (*பைரஸ் மேலஸ்* - படம். 14.4A,B) பூத்தளப் பகுதி சதைப்பற்றுள்ள பாகமாக மாறுவதால் (பொய்க்கனி – ஹைபான்தியம்), புல்லி, அல்லி, சூலகக் கற்றைகள் கனியுறையில் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகக் கனிகள் சிறிது சிறிதாக பசுங்கணிகங்களை இழந்து கரோட்டினாய்டு, ஆந்தோசையனின் நிறமிகளைத் தோற்றுவிக்கும். வெளிப்புற அடுக்கு டானின் உள்ள செல்களாக இருக்கும். செல்களில் கார்போஹைட்ரேட், சர்க்கரைப் பொருட்கள் அதிகமாக உள்ளது. கனியுறை (பெரிகார்ப்பின்) புறத்தோல் செல்கள் கடிமனான குயூடிகிள் படலத்தால் சூழப்பட்டிருக்கும். நடுகனியுறையில் கோலங்கைமா, ஸ்கிளிரெங்கைமா அடுக்குகள் காணப்படும். ட்ருப் கனிகளில் அகக்கனியுறை கடினமான கல்செல்களால் ஆக்கப்பட்டது (படம்.14.5).

உலர் கனிகளில் எபிகார்பில் உள்ள புறத்தோலும், ஹைப்போடெர்மிசும் தடித்த சுவர் கொண்ட செல்களாலானது. மீசோகார்ப் பாரெங்கைமாவாலும், எண்டோகார்ப் தடித்த சுவர் கொண்ட செல்களாலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். மீசோகார்ப்பில் காணப்படும் வாஸ்குல கற்றைகள் ஸ்கிளிரெங்கைமா உறையால் சூழப்பட்டிருக்கும். விளிம்பு ஒட்டிய இடங்களில் உள்ள செல்கள் நீரை இழப்பதால் இவ்விடங்களில் வெடிப்புகள் ஏற்பட்டு விதைகள் வெளியேறுகின்றன. பெரிகார்ப்பின் உள்ளமைப்பு சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் வேறுபட்டுக் காணப்படும்.

விதையுறைகளில் வாஸ்குலார் அமைப்பு

சூல்களில் கருவுறுதல் நிகழ்ந்த பின் கரு தோன்றுகிறது. கருறுதலுக்குப் பின் சூலுறையில் உள்ள பாரங்கைமா செல்கள்

தொடர்ந்து பகுப்படைந்து விதையுறை அல்லது டெஸ்டா, டெக்மென் என்ற பாதுகாப்பு அடுக்குகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. விதைகள் முதிர்ச்சி அடையும் போது சிலவற்றில் எண்டோஸ்பெர்ம் திசு காணப்படும். அது அல்புமின் விதை என்றும் எண்டோஸ்பெர்ம் திசு இல்லாதிருந்தால் அது அல்புமின் இல்லா விதை என்றும் அழைக்கப்படும். சில விதைத்துளை சூல் திசு சிதைவடைந்து மறையாமல் பெரிஸ்பெர்ம் என்ற அடுக்காக மாறிவிடும். விதைகளில், விதைதுளை மறைந்து சிறு இடைவெளியாக உள்ளது. மால்வேசி (Malvaceae), வயோலேசி (Violaceae) குடும்ப மலர்களில் சூலின் உள்ளுறையே, விதையுறை தோற்றுவிப்பதில் பங்கு கொள்கிறது. குருசி.'.பெரே, பாப்பாவரேசியில் சூலின் வெளியுறையே விதையுறையை உண்டாக்கும். லித்ரேசி (Lythraceae) குடும்பத்தில் இருசூலுறையும் இணைந்து விதையுறையைத் தோற்றுவிக்கும்.

ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்தில் காணப்படும் விதையின் உறைகளே மிகவும் எளிமையானதாக உள்ளது. ஏனெனில் அது ஓர் அடுக்கு செல்களால் ஆனது. மால்பிஜியேசி (Malpigiaceae) விதையுறைகளில் தூண் போன்ற அமைப்பில் ஆரப்போக்கில் நீண்ட, தடித்த சுவர் கொண்ட மேக்ரோஸ்கிளீரைடுகள் அல்லது மால்பிஜியன் செல்கள் காணப்படும். பெரும்பாலான விதையுறைகளில் லிக்னின் படிவதால் தடிப்புற்ற மேக்ரோஸ்கீளீரைடுகள் அதிக அளவில் காணப்படும். சில சமயம் இவை எலும்பு போன்ற அமைப்பில் இருப்பதால் இது ஆஸ்டியோ ஸ்கீளீரைடுகள் என்றும் அழைக்கப்படும். சில விதையுறைகள் வளரிகளோடோ, மேடு பள்ளங்களோடோ, முட்களோடோ, கொக்கிகளைக் கொண்டோ காணப்படலாம். விதைகள் பரவுதலுக்கு இவை துணை செய்கின்றன. வகைபாட்டியியலிலும் இப்பண்புகள் குறிப்பிடத்தக்க இடத்தை வகிக்கிறது. *காசிபியம்* (பருத்தி – Gossypium), *கேலோட்ராபிஸ்* (Calotropis) விதையுறைகள் மிகநீண்ட வெண்மையான நார் இழைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. விதை பரவுவதற்கு இது பெரிதும் துணை செய்கின்றது.

15. கட்டைகளின் உள்ளமைப்பியல் (Wood Science)

பண்டைக் காலத்திலிருந்தே மனிதன் முதிர்ந்த மரக்கட்டைகளை கலையுணர்ச்சியுடன் வடிவமைக்கக் கற்றிருந்தான். மிகப் பெரிய கோயில்கள், திருச்சபைகள், அரண்மனைகள், புராதானகட்டிடங்களில் இன்றும் காணப்படும் மர வேலைப்பாடு கொண்ட கதவுகள், தூண்கள், பலகனிகள், சிற்பங்கள், மனிதனின் சிற்பத்திறனையும் அழகுணர்ச்சியையும் நிலைநாட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. மரம் செதுக்கும் சிற்பிகள் மரத்தின் கடினத் தன்மை, இழைவாற்றல் தன்மை, (Texture) கட்டைகளின் நார்வரியமைப்பு (Grains), நிறம், மணம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் மரத்தினைக் கையாண்ட விதம் அவர்களின் அறிவியல் அறிவிற்குச் சான்றுகளாகும் செதுக்குவதற்கு உகந்த கட்டைகள், இசைக்கருவி செய்ய ஏற்ற திண்மரங்கள், தாங்கும் திறன் கொண்ட கட்டைகள் என தனித்தனியே மரங்களின் தன்மையை பிரித்தறியும் அறிவு மனிதனுக்கு தொன்றுதொட்டு வந்த அறிவாகும். மரங்கள், கட்டைகளை தோற்றுவிப்பது மனித குலத்திற்கு அல்ல. அவைகள் தங்களது செயல் திறனுக்காகவும், நீண்ட நாள் நிலைத்திருந்து இலைகள், பூக்கள், பழங்கள் ஆகியவற்றை தோற்றுவித்து வளரவும், வாழவும் மரக்கட்டைகளை உருவாக்குகிறது. எனினும் மனித குலத்திற்கு இன்றியமையாத அங்கமாக மரங்கள் இருப்பதால் அவற்றின் உள்ளமைப்பியல், தாங்குதிறன், பொருளாதார முக்கியத்துவம் போன்றவற்றை விளக்கும் திண்மரக்கட்டையியல் பாடம் (Wood Science), தாவரவியல் கற்போருக்கு ஓர் இன்றியமையாத சிறப்புப் பாடமாகும்.

தாவர உலகத்தில் மரங்களே பரிணாம உச்சக் கட்டத்தை அடைந்துள்ளது என்பது டார்வின் காலம் தொட்டு இன்று வரை தாவரவியலாளரின் கருத்தாக உள்ளது. காற்று, நீர், ஒளி ஆகியவற்றை தங்குதடையின்றி பெறத்தக்க வகையில் அளப்பரிய உயரமும், அடர்ந்த பசுமையான முகடுகளோடும், நீண்ட வேர் தொகுப்புகளோடு காணப்படுவது மரங்களின் பரிணாம வளர்ச்சியைக் காட்டுகிறது.

பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மரக்கட்டைகள் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது அவை முறையே *மென்கட்டைகள்* (Soft Woods), *கடினக் கட்டைகள்* (Hard Woods) எனப்படும். ஜிம்னோஸ்பெர்ம் பிரிவைச் சேர்ந்த (கோனி.ஃ.பெர்கள்) தாவர மரக்கட்டைகள் மென்கட்டைகளாகும். ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் பிரிவைச் சேர்ந்த (பூக்கும் தாவரம்) டைகாட்டலிடனே வகுப்பில் உள்ள தாவர மரக்கட்டைகள் கடினக் கட்டைகளாகும். மேற்கூறிய வகைப்பாடு எளிமையானதாகவும், சுலபமாகப் பிரித்தறியும் வகையில் இருப்பினும் ஒரு சில கோணி.ஃ.பர் மென்கட்டைகள், கடினக் கட்டைகளை விட உறுதியானதாக உள்ளன [எடுத்துக்காட்டு:: பிட்ச்பைன் (Pitchpine)].

தாவரவியலார், தாவரங்களை இரு பெயரீட்டு முறை (Binomial Nomenclature) யில் பெயர்களைக் குறிப்பிடுவது உலக அளவில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதொன்றாகும். எனினும் மரக்கட்டைகள், அவற்றின் பொருளாதார அடிப்படை, புவியியல் அமைவிடம், வாழ்விடம், அவற்றின் உறுதியான கட்டமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் வணிக ரீதியாக பொதுப்பெயர்களில் குறிப்பிடப்படுகிறது [உதாரணம்: *குர்கஸ்* (*Quercus*)] தாவர சிற்றினங்கள் ஓக் (Oak) என்றும்; *சோரியா* (*Shorea*) சிற்றினங்கள் மெரான்தி (Meranti) என்றும்; *ஸ்வைடீனியா* (*Swietenia*) சிற்றினங்கள் மஹோகனி (Mahogany) என்றும்; *காயா, எண்டான்டிரோ.ஃபிராக்மா* (*Khaya, Entandrophragma*) சிற்றினங்கள் ஆப்ரிக்க மஹோகனி என்றும் *டிப்டிரோகார்பஸ்* (*Dipterocarpus*) சிற்றினங்கள் பிலிப்பைன் மஹோகனி என்றும் குறிப்பிடப்படுவதால் வணிகப் பெயர்கள் (Trade Names) முரண்பாடு உடையதாக உள்ளது. வணிகப் பெயர்களில் உள்ள குழப்பங்களை நிவர்த்தி செய்ய இங்கிலாந்து (The British Standards Institution) ஆஸ்திரேலியா (The Standards Association of Australia) இந்தியா போன்ற (Forest Research Institute, Dehra Dun) நாடுகளில்

மரக்கட்டைகளின் வணிகப் பெயர்களின் பட்டியல் தயார் செய்யப்பட்டு தாவர அறிவியல் பெயரோடு ஆதாரபூர்வமாக வெளியிடப்பட்டுள்ளது.

முதிர்ந்த மரங்களின் நடு மரக்கட்டையே வர்த்தக ரீதியாக பொருளாதார முக்கியத்துவம் கொண்டது. வெப்பம், குளிர், வறட்சி, தாங்குதிறன் போன்றவை கட்டைகளைப் பாதிக்காத வண்ணம் மரப்பட்டைகள் (Bark) சூழ்ந்துள்ளது. உட்புற மரப்பட்டைத் திசுக்கள் இலைகள் தயாரிக்கும் உணவினை எல்லா இடங்களுக்கும் கடத்துகிறது. எனவே இப்பகுதி உணவு மற்றும் சேமிப்புப் பொருட்கள் நிறைந்த பகுதியாகக் காணப்படும். இப்பகுதி இரண்டாம்நிலை ஃபுளோயம் (Secondary Phloem) எனப்படும். மரக்கட்டைப் பகுதி இரண்டாம்நிலை சைலம் (Secondary xylem) திசுவாகும். இவ்விரண்டு திசுக்களுக்கும் இடைப்பட்ட இடத்தில் மிக மெல்லிய ஓர் அடுக்குப் படலமாக உள்ளீடற்ற உருளை அமைப்பில் (Hollow Cylinder) உள்ள திசு அடுக்கு வாஸ்குல கேம்பியம் (Vascular cambium) எனப்படும். மரங்களில் காணப்படும் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி (Secondary growth) க்கு ஆதாரத் திசுவாக உள்ளது வாஸ்குல கேம்பியமே. இது ஒரு வளையமான ஆக்குத் திசுவாகும். மரங்களின் வாழ்நாள் முழுவதும் இவ்வாக்குத் திசு இரண்டாம் சைலத்தை நடுப்புறத்தை நோக்கியும், இரண்டாம் புளோயத்தை வெளிப்புறத்தேயும் தொடர்ந்து தோற்றுவித்து கொண்டேயிருக்கும். எனவே இத்திசுவை உள்ளார்ந்த ஆற்றல் பெற்ற திசு (Totipotent) என தாவரவியல் வல்லுநர்கள் குறிப்பிடுவர்.

அ. வாஸ்குல கேம்பியம் (Vascular Cambium)

இருவித்திலை தாவரத்தண்டு, வேர்களின் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சிக்கு வாஸ்குல கேம்பியம், ஆதாரமான ஆக்குத் திசுவாகும். இது ஒருவகை பக்க ஆக்குத் திசு (Lateral meristem). முப்பரிமாண அமைப்பில் நோக்கும் போது, வாஸ்குல கேம்பியம் தாவர அச்சுக்கு இணையாக ஓர் உள்ளீடற்ற வளையமாக (Hollow Cylinders) அமைந்துள்ளது. தண்டு, வேர்கள் மற்றும் கிளைகளிலே இவ்வாக்குத்திசு தொடர்ச்சியாகக் காணப்படுகிறது. ஒரு சில இடங்களில் நீண்ட புரி இழைகளாக அமைந்து இரண்டாம் வாஸ்குல திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இருவித்திலை, ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் முதன்நிலை வாஸ்குல திசுக்கள் (Primary Vascular

Tissues) குறுகிய காலமே செயல்படும் தன்மையுடையவை. குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின், வாஸ்குல கேம்பியத்தில் இருந்து தோன்றும் இரண்டாம் நிலை வாஸ்குல திசுக்கள் (Secondary Vascular Tissues) நீண்ட காலம் செயல்பட்டு, தாவரங்களின் வாழ்நாள் முழுவதற்கும் ஆதாரமான திசுவாக உள்ளது. கடை நிலைத் தாவரங்களிலும் (Primitive plants), குறுகிய ஆயுளுடைய மேல் நிலைத் தாவரங்களிலும் வாஸ்குல கேம்பியம் தோன்றுவதில்லை.

வாஸ்குல கேம்பியத்தின் தோற்றம் (Origin)

தண்டு : இருவித்திலைத் தாவரத் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் வாஸ்குலார் கேம்பியம் இருவேறு பகுதிகளிலிருந்து தோன்றுகிறது. இளம் தண்டுகளில் முதன்நிலை வளர்ச்சி நிறைவடைந்த பின்னர்; அவற்றில் உள்ள ஒருங்கமைந்த கற்றைகளில் (Collateral Vascular Bundle) அமைந்துள்ள ஒரு பகுதி புரோகேம்பியம் செயலுள்ளதாக மாறுகிறது. இது முதன்நிலை சைலத்திற்கும், புளோயத்திற்கும் இடையே அமைந்து கேம்பிய ஆக்குத் திசுவாக செயல்படத்துவங்கும். இது கற்றை உட்பட்ட கேம்பியம் (Fascicular Cambium) எனப்படும். அதேசமயத்தில் மெடுல்லரி ரேக்களில் (மையக்கதிர்), குறிப்பாக கற்றைகளுக்கு இடைப்பட்ட பகுதிகளில் அமைந்துள்ள பாரங்கைமா செல்கள் ஆக்குத் திசுக்களாக மாறி பகுப்படைந்து கற்றை இடைப்பட்ட கேம்பியத்தைக் (Interfascicular Cambium) கொடுக்கிறது (படம்.9.1.A,B). இதன் பின்னர் கற்றை உட்பட்ட கேம்பியப் பகுதிகள் கற்றை இடைப்பட்ட கேம்பியத் துண்டுப் பகுதிகளோடு பக்கவாட்டில் இணைந்து ஒரு வளையமாக மாறுகிறது. இவ்விதமாக ஓர் உள்ளீடற்ற முழு உருளை (Hollow Cylinder) அமைப்பில் தண்டின் அச்சிற்கு இணையாக வாஸ்குல கேம்பியம் தோன்றுகிறது. தண்டின் குறுக்கு வெட்டில், இவ்வாக்குத்திசு முதன்நிலை சைலம் மற்றும் முதன்நிலை புளோயத்திற்கு இடையே ஓர் அடுக்கால் ஆன தொடர் வளையமாகக் காணப்படுகிறது.

வேர்

வேர்களில் முதன்நிலை உள்ளமைப்பில் வாஸ்குலார் கற்றைகள் ஆரப்போக்கில் (Radial) அமைந்துள்ளது. இதில் ஆரப்போக்கு சைலத்தின், புரோட்டோசைல முனைகளுக்கு வெளிப்புறம் காணப்படும் ஒருசில பெரிசைக்கிள் பாரென்கைமா செல்களும்; ஃபுளோயம் தொகுப்புகளுக்கு உட்புறமாய் அமைந்த ஒருசில பாரங்கைமா செல்களும் ஆக்குத் திசுக்களாக செயல்பட்டு, பகுப்படைந்து பக்கவாட்டில் இணைகிறது. இதனால் மேடு பள்ளங்களுடன் அமைந்த நட்சத்திரவடிவிலான கேம்பிய வளையம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது (படம்.9.2B). பின்னர் இரண்டாம் வாஸ்குலார் திசுக்களை உட்புறமாய் முதலில் தோற்றுவிப்பதன் மூலம் ஓர் உள்ளீடற்ற வட்டவடிவிலான வாஸ்குலார் கேம்பிய வளையமாகமாறி, பின்னர் ஒரேசீராக செயல்படத் தொடங்குகிறது. எனவே, வேரின் மைய அச்சில் தோன்றும் வாஸ்குல கேம்பியமும், தண்டின் அச்சில் தோன்றிய வாஸ்குல கேம்பியமும் தொடர்புடையதாகக் காணப்படும்.

இவ்விதம் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் வாஸ்குல கேம்பியங்கள் தோன்றியபின் அவற்றின் செயல்திறன் ஒரேமாதிரியாகக் காணப்படும். வாஸ்குல கேம்பியம் உட்புறம் அல்லது நடுப்புறத்தை நோக்கி இரண்டாம் சைலத்தையும் வெளிப்புறத்தை நோக்கி இரண்டாம் புளோத்தையும் தோற்றுவிப்பதன் மூலம் தாவரங்களின் இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது (படம்.9.1.D; 9.2.E.).

வாஸ்குல கேம்பியத்தின் அமைப்பு (Structure of Vascular Cambium)

வாஸ்குல கேம்பியம் ஓர் ஆக்குத் திசுவாக இருப்பினும், தாவரங்களின் நுனி வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமான நுனி ஆக்குத் திசு (Apical Meristem) செல்களை ஒத்திருப்பதில்லை. கேம்பிய செல்கள் மென்னையான செல்சுவர் கொண்டவை. இச்செல்களில் பெரிய வாக்யூல்களும், சிறு உட்கருக்களும், அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசமும் காணப்படும். செல் சுவர்களில் முதன்நிலை குழிப்பரப்புகள், பிளாஸ்மோடெஸ்மட்டாக்கள் அதிகமுள்ளன. பெரும்பாலும் ஆரப்போக்கு சுவர்கள் தடிப்புற்றுக் காணப்படும்.

வாஸ்குல கேம்பியத்தில் இரண்டு வகையான செல்கள் உள்ளன. அவை கூம்பு வடிவ முனை கொண்ட நீண்ட கதிர்கோல் வடிவிலான ஃப்யூஸிபார்ம் (Fusiform initials) அல்லது கதிர்கோல்

வடிவிலான ∴ப்யூஸிபார்ம் (Fusiform initials) அல்லது கதிர்கோல் தோற்றுவிகள் (படம்.15.1A) சமபக்க அளவுகொண்ட சிறிய ரே (Ray initials) அல்லது கதிர் தோற்றுவிகள் ஆகும் (படம்.15.2D).

கதிர்கோல் தோற்றுவிகள் நீண்ட கூர்முனை கொண்ட செல்கள் (படம்.15.1A). நடுவில் பட்டகை (Prismatic) போன்றும், நுனிப் பகுதி ஆப்பு வடிவத்திலும் (Wedge) காணப்படும். இச்செல்கள், பதினாறுக்கும் மேற்பட்ட பக்கங்களைக் கொண்டதாக உள்ளது. பரிதிக்கு இணையான பக்கம் அகலமாகவும், ஆரப்போக்கு பக்கம் குறுகியும் காணப்படும். இரண்டாம் நிலை வாஸ்குல திசுவில் அச்சிற்கு இணையாக அமைந்துள்ள டிரக்கிய அங்கங்கள், நார் செல்கள்; சைலம், ∴புளோயம், செங்குத்துப் பாரங்கைமா செல்கள், சல்லடைக்குழாய்கள் போன்றவைகளை கதிர்கோல் தோற்றுவிகளே உருவாக்குகிறது. சிறிய கதிர் தோற்றுவிகள் இரண்டாம் நிலை சைலத்திலும், இரண்டாம் நிலை ∴புளோயத்திலும் கிடைமட்டமாக ஆரப்போக்கில் அமைந்துள்ள கதிர்களைத் (Vascular Rays) தோற்றுவிக்கின்றன.

வாஸ்குல கேம்பியத்தின் வகைகள் (Types of Vascular Cambium)

ஒரு சில தாவரங்களில் காணப்படும் வாஸ்குல கேம்பியத்தில் உள்ள கதிர்கோல் தோற்றுவிகள் சற்று நீளம் குறைவாகவும், மழுங்கிய முனைகளோடும், ஒரே சீரான உயரத்துடனும் அமைந்திருக்கும், இச்செல்களைப் பரிதிக்கு இணையான நீள் வெட்டுத் தோற்றத்தில் (Tangential Longitudinal Section) நுண்நோக்கியில் காணும் போது ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக அமைந்த கிடைமட்ட வரிசைகளில் உள்ளது புலப்படும். இத்தகைய அமைவு கொண்ட கேம்பியம் அடுக்குக்கேம்பியம் (Storied / stratified cambium) எனப்படும் (படம்.15.1.E. 15.4.4). ∴பேபேஸி (Fabaceae) குடும்பத்தில் உள்ள பெரும்பாலான தாவரங்களில் இத்தகைய அடுக்குக் கேம்பியம் காணப்படுகிறது. ஒருசில தாவரங்களில் கதர்கோல் தோற்றுவிகள் மிக நீண்டு, கூர்மையான முனைகளோடு ஒன்றுக்கொன்று ஏறியும் இறங்கியும் வரிசைகளில் அமையாமல் ஒழுங்கற்று உள்ளன. இவ்வகைக் கேம்பியம் அடுக்கற்ற கேம்பியம் (Non-storied / Non-stratified cambium) எனப்படும் [உ.ம்.: ரஸ் (Rhus sp.), படம். 15.1D, 15.4.3, 15.2D].

கேம்பியத்தில் செல்பகுப்பு (Cell Divisions in Cambium)

கேம்பிய செல்கள் இருவகைகளில் பகுப்படைகின்றன. அவை பரிதிக்கு இணையான பகுப்பு (Periclinal division); பரிதிக்கு செங்கோணத்தில் நடைபெறும் ஆரப்பகுப்பு (Radial division) ஆகும். கேம்பிய செல்கள் பரிதிக்கு இணையான பகுப்படையும் போது கேம்பிய வளையத்தின் உட்புறமும், வெளிப்புறமும் அடுக்கடுக்காக புதிய செல்கள் தோன்றுகின்றன. உட்புறம் தோன்றும் புதிய அடுக்கு செல்கள் சைலம் தாய் செல்களாக அல்லது தோன்றல்களாக செயல்பட்டு, முறையான வேறுபாடுற்று இரண்டாம் சைலமாகிறது. வெளிப்புறம் தோன்றும் புதிய அடுக்கு செல்கள் புளோயம் தாய்செல்களாக அல்லது தோன்றல்களாக செயல்பட்டு மாறுபாடடைந்து இரண்டாம் புளோயமாக உருவாகிறது. இவ்வகைப் பகுப்பின் மூலம் சைலத்திலும், புளோயத்திலும் மேன்மேலும் புதிய செல் அடுக்குகள் கூடிக் கொண்டே போவதால் இப்பகுப்பு முறைக்கு கூடுதல் பகுப்பு (Additive division) என்றும் பெயர் (படம். 15.2.A,B,C).

கேம்பியம் தொடர்ந்து பகுப்படைந்து இரண்டாம் சைலம், இரண்டாம் புளோயத்தை உண்டாக்கிக் கொண்டே இருப்பதால் தாவரங்களின் தண்டுகளும், வேர்களும் குறுக்குப் போக்கில் வளர்ந்து சுற்றளவில் அதிகரிக்கின்றன. இதனை ஈடுசெய்ய கேம்பிய வளையமும் சுற்றளவில் பெரிதாக வேண்டியுள்ளதால், அதன் செல்கள் ஆரப்போக்கு பகுப்பினை அடைகின்றன. இது ஆரப்போக்கு பெருக்குப் பகுப்பு (Anticlinal Multiplicative division) எனப்படும். இப்பகுப்பு இருவகைகளில் நிகழ்கிறது. அடுக்குக் கேம்பியத் தோற்றுவிகளில் நீள் ஆரப்போக்கில் (Radial longitudinal) பகுப்பு (படம். 15.1C) நடைபெற்று சமஅளவு கொண்ட இரண்டு புதிய சேய் செல்கள் தோன்றுகின்றன. அவை பக்கவாட்டில் வளர்ந்து புதிய கேம்பிய செல்களாக செயல்படும். அடுக்கற்றக் கேம்பியத் தோற்றுவிகளில் சாய்வு குறுக்குப் பகுப்பு (Oblique transverse, படம். 15.1B) நடைபெற்று மேலும், கீழுமாக இரண்டு புதிய சேய் செல்கள் தோன்றுகின்றன. அவை நீள் போக்கில் வளர்ந்து பதிய கேம்பியத் தோற்றுவிகளாகச் செயல்படும். மேற்கூறிய இருவகைப் பகுப்புகளினால் கேம்பிய வளையத்தில் உள்ள செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதால் கேம்பியம் சுற்றளவில் பெரியதாகிறது.

கேம்பியப்பகுதி (Cambial Zone, படம். 15.2.A,B,C)

கேம்பியத்தில் கூடுதல் பகுப்பு நடைபெறுவதால் உண்டாகும் தோன்றல்கள் அதாவது ஃபுளோயம் தோற்றுவி அடுக்குகளும், சைலம் தோற்றுவி அடுக்குகளும் கேம்பிய செல்களில் இருந்து பிரித்தறிய முடியாத வண்ணம் அமைப்பில் ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படுவதால், மாறுபாடு அடையாத இவ்வடுக்குகள் ஒன்று சேர்ந்து காணப்படும் பகுதி கேம்பியப் பகுதி (Cambial Zone) என்று அழைக்கப்படும்.

கேம்பிய செல்களின் நுண் அமைப்பு

பெய்லி **(Bailey 1954)** என்பாரின் கருத்துப்படி கதிர் கோல் தோற்றுவிகள் பல மடங்கு நீண்ட செல்களாக இருப்பினும் ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஒரு உட்கரு மட்டுமே உள்ளது ஏ்னபதாகும். மேலும் இவர் தனது ஆய்வின் மூலம், வெப்ப காலங்களிலும், குளிர்காலங்களிலும் *ரோபினா சூடோஅகேசியா* (படம். 15.1,F 1-8) கேம்பியத் தோற்றுவிகளில் பல மாற்றங்கள் நடைபெறுவதை கண்டறிந்துள்ளார். வெப்ப காலங்களில் இச்செல்களில் புரோட்டோபிளாச நகர்வு குறிப்பிடத்தக்க அளவாகவும் அதே சமயத்தில் மிகப்பெரிய வாக்யூல்களோடும் காணப்படுகிறது. வெப்பம் குறைந்த காலங்களில் பெரிய வாக்யூல்கள் பிரிவடைந்து மிக நுண்ணிய இழைகளாக (myelin) மாறி விடுகின்றன. கதிர்கோல் தோற்றுவிகளும், கதிர் தோற்றுவிகளும் செல்லியல் அமைப்பில் பாரெங்கைமா செல்களை ஒத்துள்ளது என பல ஆய்வாளர்களும் உறுதி செய்துள்ளனர். செயலுள்ளள கேம்பியத் தோற்றுவிகளில் ஒன்று அல்லது இரண்டு வாக்யூல்கள் காணப்படும். மேலும் சுரசுரப்பான எண்டோபிளாச வலைப்பின்னல், பாலிரிபோசோம்களைக் கொண்டிருக்கும். கோல்ஜி உடலங்கள் பெருமளவில் குமிழிகளை (Vesicle) பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. குளிர் காலங்களில், இச்செல்களில் எண்ணற்ற சிறிய வாக்யூல்கள் தோன்றுகின்றன. பிளாஸ்மாலெம்மா அதிக மடிப்புக்களோடும், எண்டோ பிளாச வலைப்பின்னல் குமிழிகளாக மாறியும் காணப்படுகிறது. மைட்டோகாண்ட்ரியாங்கள் நீண்ட சங்கிலித் தொடர்களாக மாறிவிடுகிறது (படம். 15.1,F. 1-8, *ரோபினா சூடோஅகேசியா*). எண்ணெய் குமிழிகளும், புரத உடலங்களும் சேமிப்புப் பொருட்களாக சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படுகின்றன. இவைகள் செல்கள் மாறுபாடுறும் போது தோன்றியவையாக இருக்கக்கூடும் என ரோபார்ட்ஸ், கிட்வாய் (Robards, Kidwai; 1969) ஆகியோர் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர்.

ஆ. திண்மரக்கட்டையின் உள்ளமைப்பு (Wood Anatomy)

கட்டையின் உள்ளமைப்பியலை ஒளி நுண்நோக்கியின் உதவி கொண்டு அறிந்து கொள்ளலாம். மேலும் போலரைஸ்டு நுண்நோக்கி, எலக்டிரான் நுண்நோக்கி முதலியனவும் கட்டையைப் பற்றிய அறிவியல் அமைப்பினை வெளிப்படுத்துகிறது. ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும்போது செல்களின் முப்பரிணாம அமைப்பினையும் அறிந்து கொள்ள முடியும். கட்டையை குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் (Cross section) காணும்போது செல் அமைப்புகளும், குறுக்கு சுவர்களின் தடிப்புகள், குறுக்களவு ஆகியவை தெளிவாகப் புலப்படும். மேலும் ஆண்டு வளையங்கள், இளவேனிற்காலக் கட்டை கோடைகாலக் கட்டை ஆகியவற்றிறகு இடையே காணப்படும் வேறுபாடுகள், ஆரப்போக்கில் வரிகளாக அமைந்துள்ள கதிர்கள் (ரேக்கள்), அச்சுப் (ஆக்ஸியல்) பாரெங்கைமாவின் வகைகள் ஆகியவற்றை தெளிவாகக் காண முடியும். பரிதிக்கு இணையான நீள் வெட்டுத் (Tangential Longitudinal Section - TLS) தோற்றத்தில் செல்களின் நீள் வெட்டுத் தோற்றமும், கதிர்களின் முகப்புத் தோற்றங்களும் புலப்படுகின்றது. ஆரப்போக்கு நீள்வெட்டுத் (Radial Longitudianal Section – RLS) தோற்றத்தில் கதிர்களின் பக்க வாட்டுத் தோற்றங்களும், செல்களில் பக்கச்சுவர் தடிப்பகள், ல்யூமன் நீளம், அகலம் ஆகியவை பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம்.

கட்டையில் அமைந்துள்ள செல்களைத் தனித்தனியே பிரித்தும் அவற்றின் முப்பரிமான அமைப்பைக் காண முடியும். இம்முறைக்கு மென்பதமாக்கி செல்பிரித்தல் (அ) செல் பிரிதலுறுதல் (Maceration) என்றுப் பெயர். இம்முறையில் செல்களின் இடையே இணைப்பாக அமைந்துள்ள நடு அடுக்கில் (Middle Lamella) காணப்படும் வேதியியல் பொருட்களை (பெக்டின்) கரைத்து செல்களை தனித்தனியே பிரித்துவிடுதலாகும். மென்பதமாக்கி பிரித்தல் பல வழிமுறைகள் கையாளப்படுகிறது. முதலில் கட்டைகளை மிகச்சிறிய துண்டுகளாக்கிக் (அகலம் 2 செ.மீ. x நீளம் 5 செ.மீ) கொள்ள வேண்டும். பின்னர் அவற்றை 10% நைட்ரிக் அமிலம், 10% குரோமிக அமிலம் சமஅளவு கலந்த திரவத்தில் இடவேண்டும். இது ஜெ.்.ப்ரி செல் பிரிதலுறும் பாய்மம் (Jefrey Maceration Fluid) எனப்படும். இதனைக் கட்டையின் தன்மைக் கேற்றவாறு 24 மணிநேரம் அல்லது 48 மணிநேரம் 60°C வெப்ப நிலையில் வெப்ப சீர்நிலைக் கருவியில் வைத்து பின்னர் இந்த திரவத்தை வடிகட்டி விடவேண்டும். மென்பதமாக்கிய கட்டைத்

துண்டங்களை பல முறை சுத்தமான தண்ணீரில் கழுவ வேண்டும். பின்னர் இத்துகள்களை வண்ணமிட்டு, நுண்நோக்கியின் மூலம் காணும் போது செல்களின் முப்பரிமான அமைப்புகளை வெவ்வேறு கோணங்களில் கண்டறியலாம்.

செல் அமைப்புகளும், வகைகளும்

பொதுவாக கட்டைகள் என நாம் குறிப்பிடுவது இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியின் போது வாஸ்குல கேம்பியத்தின் மூலம், தோன்றும் இரண்டாம் சைலம் ஆகும். இது பலதரப்பட்ட செல்களால் ஆன ஒரு கூட்டுத்திசு (Complex Tissue) வாகும். இதில் சிறு குழாய் அமைப்பு கொண்ட வெஸல் அங்கங்கள் (Pores); நீண்ட கூர்முனை கொண்ட நார் செல்கள், சைலம் அச்சுப் பாரங்கைமா செல்கள், மியூசிலேஜ், பசை (Gum), பிசின் (Resin) கொண்ட செல்கள், காணப்படுகின்றன். மேலும் ஒரு சில பரிணாமத்தின் பின்தங்கிய மரக் கட்டைகளில் டிரக்கீடுகளும் உள்ளன. இவையனைத்தும் ஒருங்கே அமைந்து நீரினைக் கடத்தும் வேலையைச் செய்கிறது. பாரங்கைமா தவிர்த்த ஏனைய செல்கள் அனைத்தும் லிக்னின் படிந்து தடிப்புற்று காணப்படுவதால் வலிவூட்டும் திசுவாகவும், அதே சமயத்தில் கட்டையின் கடினத்தன்மைக்கு காரணமாகவும் உள்ளது. இந்த தடிப்புற்ற செல்கள் வளர்ச்சியடைந்த முழுமை நிலையில் புரோட்டோ பிளாசத்தை இழந்து விடுவதால் ஒரு சில அறிவியலார் இவைகளை இறந்த செல்கள் என்றே குறிப்பிடுகின்றனர். டிரக்கீடுகள், வெசல்களின் பக்கச்சுவர்களில் காணப்படும் தடிப்புகள் வளைய, சுழல், ஏணி வலைப்பின்னல், குழித்தடிப்புகள் என முறையே பரிணாம வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. வரையுற்ற குழித்தடிப்புகளே பரிணாமவளர்ச்சியில் மேல் நிலையில் உள்ள தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

கேம்பியத்தின் செயலாற்றும் திறன் மற்றும் செயல்பாடு (Activity and Reactivation of Cambium)

பருவ காலத்திற்கேற்றாற் போல் கேம்பியம் செயல்படுகிறது. அதிக குளிர் மிகுந்த காலங்களில், கேம்பியம் பெரும்பாலும் செயலற்ற உறங்குநிலை அல்லது செறி துயில் நிலையில் இயக்கமற்றுக் காணப்படும். இளவேனிற் காலங்களில் தாவரங்களுக்குச் சாதகமான ஒளி வெப்பம், நீர், ஆகியவை கிடைப்பதால் கேம்பியத்தின் செயல்பாடு அதிகமாக இருக்கும். இக்காலங்களில் உண்டாகும் இரண்டாம்

சைலத்தின் அளவு அதிகமாகவும், வெஸல் அங்கங்கள் பெரியதாகவும், அதிகக் குறுக்களவு கொண்டதாகவும் உள்ளது. இது **இளவேனிற் காலக் கட்டை** (வசந்த கால கட்டை - Spring Wood) எனப்படும். இவ்விரண்டாம் சைலம் அவ்வருட பருவகாலத்தின் துவக்கத்தில் அதாவது முதலில் தோன்றுவதால் **முன்கட்டை** (Early Wood) என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இக்கட்டைப்பகுதி மூலம் நீர் அதிகமாக தாவர இலைகளுக்குக் கடத்தப்படும். கோடை காலத்தின் போது நீர் குறைவாகவும், வெப்பம் அதிகமாகவும் இருப்பதால், இக்காலங்களில் உண்டாகும் இரண்டாம் நிலை சைலத்தின் அளவு குறைவாகவும், வெஸல் அங்கங்கள் குறுகிய குறுக்களவு கொண்டதாகவும் காணப்படுகிறது. இது **கோடைகாலக் கட்டை** (Summer wood) எனப்படும். மேலும் இவ்விரண்டாம் நிலை சைலம் அவ்வருட பருவ காலத்தில் கடைசியில், அதாவது பின்னால் தோன்றுவதால் **பின்கட்டை** (Late Wood) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இக்கட்டைப்பகுதி மூலம் குறைந்த அளவு நீரே கடத்தப்படுகிறது.

ஆண்டு வளையம் (Annual Rings) ஒர் ஆண்டில் தோன்றும் இரண்டாம் நிலை சைலத்தில் முன்கட்டையும் (இளவேனிற் காலக் கட்டை), பின்கட்டையும் (கோடைகாலக் கட்டை) ஒருங்கேயமைந்து ஒரு வட்டவடிவ வளையமான அடுக்காகக் கண்களுக்குப் புலப்படுகிறது. இவ்வளையம் இரண்டாம் நிலை சைலத்தின் வளர்ச்சியைக் குறிப்பதாக உள்ளதால் **வளர்ச்சி வளையம்** (Growth ring) என அழைக்கப்படுகிறது. இவ்வளர்ச்சி வளையங்கள் ஒவ்வொரு ஆண்டிற்கும் ஒன்று வீதம் தோற்றுவிக்கப்படுவதால் இதனை **ஆண்டு வளையம்** (Annual Ring) என்றும் குறிப்பிடுவர். ஆண்டுவளையங்களை எண்ணுவதன் மூலம் தாவரங்கள் எத்தனை ஆண்டுகள் உயிர் வாழ்ந்துள்ளன என்பதை துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். இதனைப் பற்றிய அறிவியல் பாடம் **டெண்டிரோக்ரோனாலஜி** (Dendrochronology) எனப்படும். ஆண்டுவளையங்கள், வளையதுளைக் (Ring porous, படம்.15.4.1) கட்டைகளில் தெளிவாகவும், பரவல்துளைக் (Diffuse porous) கட்டையில் தெளிவற்றும் உள்ளது. பருவகாலங்களின் மாறுபாடுகள், ஏற்றத்தாழ்கள் துல்லியமாக இல்லாத இடங்களில் வளரும். தாவரங்களில், வாஸ்குல கேம்பியம் ஒரே சீராக செயல்படுவதால் இரண்டாம் சைலத்தில் தெளிவான ஆண்டு வளையங்கள் புலப்படுவதில்லை.

கட்டைகளில் வெசல் துளைகள் அமைந்திருக்கும் அடிப்படையில் இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை:

1. பரவல் துளைக் கட்டை (Diffuse Porous, படம்.15.3AI) இவ்வகையில் துளைகள் சமமான குறுக்களவோடு இரண்டாம் சைலத்தில் ஒரே சீராக பரவலாகக் காணப்படும். [எ.கா,:: *மாங்கி.:.பெரா* (*Mangifera*), *யூகலிப்டஸ்* (*Eucalyptus*)].

2. வளையதுளைக் கட்டை (Ring Porous, படம்.15.3.A2, படம். 15.4.1) இக்கட்டைகளில் சாதகமான சூழ்நிலையில் தோன்றும் வெசல் துளைகள் குறுக்களவு அதிகம் கொண்டதாகவும், சாதகமற்ற சூழ்நிலையில் சிறிது சிறிதாக குறுக்களவு குறைந்து கொண்டே வந்து ஒரு சீரான முறையில் காணப்படும் [எ. க.: *.:.பிராக்சினஸ்* (*Fraxinus*), *ரோபினா* (*Robina*)].

கட்டையை குறுக்குவெட்டில் காணும் போது துளைகள் தனித்தனியே காணப்படலாம். இது தனித்த துளைக் கட்டை (Solitary type) எனப்படும் (எ.கா: *யூகலிப்டஸ்*) சில கட்டைகளில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட துளைகள் ஒருங்கே ஒரே சீராக அமைந்திருக்கலாம். இது ஒருங்கு சீர் துளைக்கட்டை (Multiple type) [எ.கா.: *அகேசியா* (Acacia)] எனப்புடும். சில கட்டைகள் துளைகளை தொகுப்புத் தொகுப்பாக பெற்றிருக்கும். இது திரள் துளைக் கட்டை (Cluster type) [எ.கா.: *பிஸ்டேசியா* (Pistacia)] எனப்படும். சிலவற்றில் துளைகள் சீரான வட்டத்தில் நார்செல் பட்டைகளோடு அடுத்தடுத்து காணப்படலாம் [எ.கா.: *பிளாஜியான்தஸ்* (Plagianthus)]. இது வட்டத் துளைக் (Concentric bands) கட்டை எனப்படும்.

கட்டைகளில் உள்ள துளைகள் குறுக்குவெட்டில் பெரும்பாலும் வட்ட வடிவமாகவோ அல்லது நீள்முட்டை வடிவிலோ காணப்படும். எனினும் கீழ்நிலைத் தாவரக் கட்டைகளில் சதுரமாகவோ அல்லது அறுங்கோண அமைப்பிலோ காணப்படலாம் (ஜிம்னோஸ்பெர்ம்). *குர்கஸ்* (படம்.15.3D) கட்டைகளில் மிக அகலமான கதிர்கள் காணப்படுகின்றன.

சாற்றுக் கட்டை, இதயக் கட்டை (வைரக்கட்டை)
(Sap Wood & Heart Wood)

தாவரங்களில் (தண்டு, வேர் பகுதிகளில்) இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறும் போது மிக அதிக அளவு இரண்டாம் சைலம் தோன்றுகிறது. முதலில் தோன்றிய இரண்டாம் சைலம் படிப்படியாக செயலிழந்து விடுகிறது. செயலிழந்த இந்த சைலப்பகுதி இதயக் கட்டை எனப்படும். பின்னால் புதிதாக தோன்றிக் கொண்டே இருக்கும் சைலப் பகுதி செயலுள்ளதாக இருக்கும். இப்பகுதி இரண்டாம் சைலம் சாற்றுக்கட்டை எனப்படும். இதயக் கட்டை டியூராமன் (Duramen) என்றும். சாற்றுக் கட்டை அல்பர்னம் (Alburnum) என்றும் அழைக்கப்படும்.

இதயக்கட்டை (Heart wood, படம்.15.3,B.C): இக்கட்டையிலுள்ள உயிருள்ள சைலம் பாரெங்கைமா செல்களில் நொதிகளின் செயல்பாட்டினால் செல்சுவர்களில் லிக்னின் படிந்து தடிப்புற்று விடுகிறது. உட்கரு சிதைந்து பின்னர் மறைந்துவிடுகிறது. செல்களில் உள்ள ஸ்டார்ச் மணிகளும் படிப்படியாக சிதைந்து விடுகிறது. இதயக் கட்டையின் அளவு, மரத்தின் வயது, இரண்டாம் குறுக்கு வளர்ச்சியின் அளவு, சூழ்நிலை ஆகியவற்றைப் பொருத்து சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் வேறுபடுகிறது. *யூகலிப்டஸ்* (*Eucalyptus*) தண்டில் ஐந்து வருடங்களில் உருவாகும் இதயக் கட்டை *பைனஸ்* (*Pinus*) தண்டில் 15 வருடங்களிலும், *.˙.பேகேஸ்* (*Fagus*) தண்டில் 60 வருடங்களிலும் மற்றும் *.˙.பிராக்சினஸ்* (*Fraxinus*) தண்டில் 80 வருடங்களிலும் உருவாகிறது. *டாக்சஸ்* (*Taxus*) *மொரிண்டா* (*Morinda*) போன்ற தாவரத் தண்டுகளில் இதயக் கட்டைக்கும் சாற்றுக் கட்டைக்கும் இடையே இடைநிலை அடுக்கு (Transition Zone) காணப்படுகிறது. இது இதயக்கட்டையைவிட வெளிர் நிறமாகவும் ஒரு சில உயிருள்ள பாரெங்கைமாவையும் பெற்றிருக்கும். *செய்பா* (Ceiba) தண்டினில் தெளிவான இதயக் கட்டை தோன்றுவதில்லை. சாற்றுக் கட்டையோடு ஒப்பிடும்போது இருதயக் கட்டை அழுத்தமான நிறத்தில் காணப்படும். சிவப்பு, பழுப்பு. மஞ்சள், கருப்பு போன்ற வண்ணங்களைக் கொண்டிருக்கும், .˙.பினால், டானின், சாயப் பொருட்கள், எண்ணெய், ரெசின், பசை, கரிம உப்புக்கள், வாசனைப் பொருட்கள், படிகங்கள் போன்றவை சேமிப்புப் பொருளாகப் படிவதால் அழுத்தமான நிறமாக மாறிவிடுகிறது. வெசல் குழாய்களில் பலூன் அமைப்பு கொண்ட *டைலோசிஸ்* (Tyloses. படம்.15.4.2), டைலோசாய்ட்ஸ் (Tylosoides) உருவாவதால் அடைப்பு ஏற்பட்டு செயல்திறனை இழந்து விடுகிறது.

பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கட்டைகளை பொரும்பாலும் இதயக் கட்டை பகுதிகளாகவே தேர்வு செய்து உபயோகிப்பார்கள். நீரின் செறிவு இக்கட்டைகளில் இல்லாததால் பூச்சி, பூஞ்சைகள் தாக்காத வண்ணமும், அமில நீர் உட்புக முடியாததாகவும், அழுத்தம், வெப்பம் தாங்கும் திறன் கொண்டதாகவும் உள்ளது.

சாற்றுக் கட்டை (Sap Wood, படம். 15.3.B,C)

இப்பகுதியில் உள்ள இரண்டாம் சைலம் நீர் கடத்தும் வேலையைச் செய்வதால் இது செயலுள்ள சைலப் பகுதி எனப்படும். இப்பகுதியுள்ள பாரெங்கைமா செல்கள் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம், உட்கரு ஏனைய செல் அங்கங்களோடும், நீரின் செறிவோடும் சேமிக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. அதிக அளவு ஸ்டார்ச் மணிகளைக்கொண்டிருக்கும். சாற்றுக் கட்டையின் அளவும் சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் வேறுபடுகிறது. இதயக் கட்டையோடு ஒப்பிடும் போது சாற்றுக் கட்டையின் அடர்த்தி (Density) குறைவாக உள்ளது. சாற்றுக் கட்டை வெளிர் நிறமாகவும் (வண்ணமற்று), பசுமை மாறாமலும் செயல் திறனுடையதாகவும் உள்ள இரண்டாம் சைலமாகும். இக்கட்டைப் பகுதி பொருளாதார முக்கியத்துவம் குறைந்தது.

இ. எதிர் இயக்கக் கட்டை (Reaction Wood)

நிமிர்ந்து நிற்கும் தண்டு, வேர்களில் வாஸ்குல கேம்பியம் ஒரேசீராக செயல்பட்டு இரண்டாம்நிலை திசுக்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனால் கிடைமட்டமாகவும், சாய்வாகவும் உள்ள பக்கக் கிளைகளிலிலும், கிளை வேர்களிலும் சற்று மாறுபட்டு செயல்படுகிறது. இதனால் குறிப்பிட்ட முறையில் வளர்ச்சி நடைபெற்று மையநிலையினின்று விலகி ஒரு பக்கமாக அதாவது உறழ் வட்டமாக (Eccentric) சைலம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் தோன்றும் சைலம் எதிர் இயக்கக் கட்டை (Reaction Wood) எனப்படும். ஆக்சின் வளர்ச்சி ஊக்கி இக்கட்டைகள் தோன்றுவதில் பெரிதும் பங்கு கொள்கிறது. எதிர் இயக்கக் கட்டை இருவகைப்படும். அவை அழுத்தவிசைக் கட்டை (Compression Wood), இழுப்புவிசைக் கட்டையாகும் (Tension Wood). ஜிம்னோஸ்பெர்ம் தாவரங்களில் பக்கக் கிளைகள் கிடைமட்டமாக தோன்றும் போது அழுத்த விசையின் காரணமாக அடிப்புறத்தின் பக்கமாக மட்டுமே உறழ்வட்டமாக இரண்டாம்

சைலம் தோற்றுவிக்கப்படும். இது அழுத்தவிசைக் கட்டை (Compression Wood) எனப்படுகிறது. அதேசமயத்தில் இருவித்திலை தாவரங்களின் பக்கக் கிளைகள் பிரதான அச்சுக்கு விலகி சாய்வாக தோன்றும் போது இழுப்பு விசை காரணமாக மேற்புறத்தில் மட்டுமே உறழ்வட்டமாக இரண்டாம் சைலம் தோன்றுகிறது. இது இழுப்புவிசைக் கட்டை (Tension Wood) எனப்படும். இவ்விருவகைக் கட்டைகளும் உள்ளமைப்பில் வேறுபட்டுள்ளது.

அழுத்தவிசைக்கட்டை (Compression Wood, படம். 15.3E)

இக்கட்டைகள் பெரும்பாலும் அழுத்தமான சிவப்பு வண்ணத்தில் உள்ளது. சாதாரண கட்டைகளை விட பல மடங்கு எடை அதிகம் கொண்டது. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் அகலமான ஆண்டு வளையங்களோடும், நீளம் குறைந்த, வட்டவடிவான குறுக்களவு கொண்ட டிரக்கீடுகளோடும், செல் இடைவெளிகளோடும் உள்ளது. லிக்னின் செல்சுவர்கள் பிளவுற்று காணப்படுகிறது. செகண்டரி செல்சுவரில் லிக்னின் அதிகம் படிந்தும் செல்லுலோஸ் குறைவாகவும் உள்ளது. இக் கட்டைகளின் அதிகப்படியான எடை, கடினத்தன்மை, நொறுங்கும் தன்மை ஆகியவற்றால் இவைகள் வியாபாரநோக்கில் பொருளாதார முக்கியத்துவம் குறைந்த கட்டைகளாகக் கருதப்படுகிறது.

இழுப்பு விசைக் கட்டை (Tention Wood, படம். 15.3F) : இருவித்திலைத் தாவரங்களின் பக்கக் கிளைகளின் மேற்புறமாக தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. எ.கா. *ஃபேகஸ்* (Fagus) *யூகலிப்டஸ் - Eucalyptus*. பொதுவாக அனகார்டியேசி, காம்ப்ரிடேசி, யு.ஃபோர்பியேசி, பர்சரேசி, லாரேசி, லெகூமினோசே, மோரேசி, அல்மேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்கள் இழுப்பு விசைக் கட்டைகனள தோற்றுவிக்கின்றன.

இக்கட்டைகளின் உள்ளமைப்பை கூர்ந்து கவனிக்கும் போது அவைகளில் சிறப்புவகை நார்செல்களாகிய ஜெலாடினஸ் நார் செல்கள் அதிகமாக இருப்பது புலப்படும். இந்நார்செல்களில் இரண்டாம் செல்சுவர் S_1, S_2 & S_3 உட்புறமாகப் படிவதால் உண்டாகிறது. இது சுலபமாக லிக்னின் சுவர்களில் இருந்து பிரித்தறியக் கூடியதாகவும், அதன் தடிப்பு, சிற்றினத்திற்கு சிற்றினம் வேறுபட்டும் காணப்படும். மிகக் குறுகிய குறுக்களவு கொண்ட வெசல் அங்கங்களைப் பெற்றும் அடர்த்தியாக நெருக்கமாய் அமைந்த செல்லமைப்புகளோடும் உள்ளது.

இக்கட்டைகள் சுலபமாக நீள்வாக்கில் சுருங்கி விடுவதால் பொருளாதார முக்கியத்துவம் குறைந்த கட்டைகளாகக் கருதப்படுகிறது.

ஈ. கட்டைகளின் இனவளர்ச்சி & பரிணாமம் (Ecological and Phylogenetic aspects of Wood Evolution)

தாவரங்களில் இனவளர்ச்சி பரிணாமத்தில் வெசல்கள் இரண்டாம் சைலத்தில் முதலில் தோன்றிய பின்னரே முதனிலை சைலத்தை அடைந்திருக்கக்கூடும் என அறிவியலார்கள் கருதுகிறார்கள். ஒருவித்திலை தாவரங்களில் வேர்களிலே முதன் முதலில் வெசல்கள் தோன்றியிருக்கும் எனவும் தாவரவியலாளர்கள் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர். நீண்ட டிரக்கீயரி அங்கங்கள் தோற்றுவிக்க வாஸ்குலார் கேம்பியத்தில் உள்ள நீண்ட கதிர் கோல் தோற்றுவிகளே (Fusiform initials) காரணம். இது அடுக்கற்ற கேம்பியத்தில் (Non-Storied) காணப்படுகிறது. இக்கேம்பியத்தினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட கட்டை பின்தங்கிய இரண்டாம் சைலமாக கருதப்படுகிறது. அடுக்குக் கேம்பியத்தில் (Storied) இருந்து தோற்றுவிக்கப்படும் நீளம் குறைந்த டிராக்கியரி அங்கங்கள் கொண்ட இரண்டாம் சைலம் பரிணாமத்தின் உச்ச நிலையை அடைந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. வளைய துளைக் கட்டைகள் பரிணாமத்தில் மேல்நிலையில் உள்ளது எனவும் பரவல் துளைக் கட்டைகள். பரிணாமத்தில் கீழ்நிலையுள்ளது என்ற கருத்தும் நிலவுகிறது. இனவளர்ச்சி வல்லுனர்கள் கருத்துப்படி வெசல் தொடர்பற்ற பரவல் (அக்சியல்) பரெங்கைமாவும் ஒரு சீர்வரிசை பலதரப்பட்ட கதிர் பாரெங்கமாவும் பரிணாமத்தில் பின்தங்கியதாகக் கருதப்படுகிறது. உயரமான கதிர் பரிணாமத்தில் கீழ்நிலையிலுள்ளதாக கருதுகிறார்கள்.

வெசல்கள், முறையே ஐந்து தனித்தனி வழித் தடங்களாகிய செலாஜினெல்லேல்ஸ், ஃபிலிகேல்ஸ், நீட்டேல்ஸ், ஒருவித்திலைகள் மற்றும் இருவித்திலைத் தாவரங்கள் என பரிணாமத்தில் தனித்தனியாக வளர்ச்சியடைந்துள்ளது என பெய்லி (1954) போன்ற தாவரவியலாளர்கள் கருத்து தெரிவித்துள்ளனர்.

பூக்கும் தாவரங்களில் காணப்படும் நீர் கடத்தும் திசு அமைப்பு, கடைநிலைத் தாவரங்களில் காணப்படும் கடத்தும் திசுக்களினின்று முற்றிலும் மாறுபட்டு பரிணாமத்தின் உச்ச நிலைமை அடைந்துள்ளது. டெரிடோ·.பைட் சேர்ந்த தாவரங்கள் *செலாஜினெல்லா* [வெட்மோர் (Wetmore)], *டெரியம்* [பிளிஸ் (Bliss, 1939)] போன்ற தாவரங்களில் முதன்முதலாகத் தோன்றிய டிரக்கீடுகள் மிக நீண்டவையாகவும், பூக்கும் தாவரங்களில் சிறுகச் சிறுக நீளம் குறைந்து கொண்டு வருவதை பல உதாரணங்கள் மூலம் சுட்டிக் காட்டலாம்.

விண்டரேசி, ட்ரோகோடென்டிரேசி, டெட்ராசெண்ட்ரேசி ஆகிய பூக்கும் தாவரக் குடும்பங்களில் கடத்தும் திசுத் தொகுப்பில் வெசல்கள் இல்லாததால், அக்குடும்பங்கள் பரிணாமத்தில் கடைநிலையில் உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. ரானேல்ஸ் துறையைச் சேர்ந்த குடும்பத்திலுள்ள தாவரங்களில் மிக நீண்ட வெசல்கள், டிரக்கீடுகளைப் போல் காணப்படுவதால் அவைகள் பரிணாமத்தில் பினதங்கிய நிலையிலுள்ளதாகச் சொல்லப்படுகிறது. மிக நீண்ட வெசல்கள் சாய்வான குறுக்குச்சுவரில் பல்துளை திறவுத் தட்டுகளைப் பெற்று, குறுகிய குறுக்களவோடு, பக்கச் சுவர்களில் ஏணி குழி தடிப்பினைக் கொண்டிருப்பின் அவை பின்தங்கிய வெசல் அங்கங்களாகும். பரிணமா வளர்ச்சியின் போது சிறிது சிறிதாக வெசல்களின் நீளம் குறைக்கப்பட்டு, குறுக்களவு அகலமாக மாறி, சாய்வான குறுக்குச்சுவர் கிடைமட்டமாகவும், எளிய திறவு தட்டோடும், பக்கச்சுவர்கள் எளிய வரையுள்ள குழிகளோடும் வளர்ச்சி அடைந்து, பரிணாமத்தில் மேல்நிலையிலுள்ள வெசல் அங்கங்கள் தோன்றி இருக்கக்கூடும் என அறிவியலாளர்கள் கருத்து தெரிவித்துள்ளனர்.

சூழ்நிலையியல் பாதிப்பு

தாவரங்களின் பரிணாம வளர்ச்சியை ஆராயும் போது, நீர் வாழ் தாவரங்களே முன்னோடியாகக் கருதப்படுகிறது. இவைகள் நீரிலிருந்து மெதுவாக நிலப்பகுதியில் ஊன்றி வளரும் போது பல புற அமைப்பியல், உள்ளமைப்பியல் மாற்றங்களை அடைகிறது. நீராவிப்போக்கு, ஒளிச்சேர்க்கை போன்ற வாழ்வியல் நிகழ்ச்சிகளுக்கேற்ற தாவரங்கள், இலைத் துளைகளையும், கடத்தும் திசுக்களையும், வலிவூட்டும் செல்களையும், சேமிக்கும் அமைப்புக்களையும் தோற்றுவிக்கிறது. மேலும் வேர்கள் மூலமாக நீரையும், கனிமங்களையும் நில்த்தில் இருந்து உறுஞ்ச செம்மையான வேர்தொகுப்புகளை உண்டாக்கிக் கொள்கிறது.

எனவே, சுழ்நிலையியல் காரணிகள் தாவர பரிணாமத்திற்கு அடிப்படை காரணமாக உள்ளன.

உ. கட்டைகளின் வளநிலத்தன்மை, வடுப்படும்நிலை (Mesomorphy & Vulnerability)

சுற்றுச்சூழலுக்கு ஏற்ற வகையில் தாவரங்களின் உள்ளமைப்பியல் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது. மேலும் எந்தச் சூழலில் தாவரங்கள் வளர்கிறதோ அச்சூழலுக்கு ஏற்றவகையில் தக அமைவுகளைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றன. நீர், காற்று, ஒளி போன்ற சூழ்நிலை அமைப்புகள் தேவையான அளவு கிடைக்கும் தாவரங்கள் தங்கு தடையின்றி செழித்து வளர்கிறது. இத்தகைய தாவரங்கள் வளநிலத்தாவரம் **(mesophytes)** எனப்படும். இத்தாவரங்களின் உள்ளமைப்பு வளநில **உள்ளமைப்பு (mesomorph)** கொண்டதாக இருக்கும். சில தாவரங்கள் நீர் நிலைகளில் மிதந்தோ, மூழ்கியோ உள்ளன. இது நீர்வாழ்தாவரம் **(Hydrophyte)** என்றும் இது நீர்வள உள்ளமைப்போடு (Hydromorph) காணப்படும். ஒரு சில தாவரங்கள் நீர்குறைந்த, வெப்பமான சூழ்நிலையில் வளர்கின்றன. இவை **வறண்டநிலத் தாவரங்கள் (Xeropyte)** எனப்படும். இவை **வறட்சி உள்ளமைப்பு (Xeromorph)** கொண்டும் காணப்படுகின்றன. இச்சூழ்நிலை பாதிப்பு பெரும்பாலும் முதிர்ந்த மரங்களில் உள்ள கட்டையின் உள்ளமைப்பைக் காணும் போது தெளிவாகப் புலப்படுகிறது. மரங்களின் இரண்டாம் நிலை சைலத்தை சூழ்நிலையோடு ஒப்பிட்டு அறிந்து கொள்வது **கட்டையியலில் சூழ்நிலையின் பங்கு (ecological wood anatomy)** எனப்படும்.

பெய்லி (Bailey, 1953) எனும் அறிவியலார் கருத்துப்படி கூட்டுத்திசுகள், தாம் செய்யும் பணிக்கேற்ப தக்க மாறுபாடுகளை அடைந்துள்ளது என்பதாகும். மேலும் தண்ணீர் கடத்தும் திசுவாகிய சைலத்தில் வெசல்களின் குறுக்களவு, அதன் நீளம், எண்ணிக்கை ($1mm^2$) போன்றவை சூழ்நிலை பாதிப்பு ஏதும் இல்லாமல் திறம்பட நீர்கடத்தும் பணியை மேற்கொள்ளவே ஒவ்வொரு தாவரத்திலும் அமைந்துள்ளது என்றும் கருதினார்.

பாஸ் (Bass 1982) எனும் அறிவியலார் கட்டையியலைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளை மேற்கொள்ளும் போது வெசல்களின் குறுக்களவு அதாவது விட்டமும் ஒரு சதுர மில்லி மீட்டரில் ($1mm^2$) வெசல் துளைகளின் எண்ணிக்கையும் ஒன்றோடு ஒன்று தொடர்பு கொண்டதாகவும் அது சூழ்நிலைத் தன்மைக்கேற்பவே இரண்டாம்நிலை சைலத்தில் உள்ளது என்றும் வெளியிட்டார். இவர் வளநில உள்ளமைப்பியலையும், வறட்சி உள்ளமைப்பியலையும் ஒப்புநோக்கி வறண்ட தன்மையில் வளரும் மரங்களில் சிறப்பாகவும் பாதுகாப்பாகவும் தண்ணீரைக் கடத்த கட்டைகள், உள்ளமைப்பியலை பெற்றுள்ளன என கருத்துத் தெரிவித்தார்.

கார்ல்க்விஸ்ட்டும், ஹோக்மேன் (**Carlquist & Hockman 1985a**) இருவரும் 178 பேரினங்களைச் சார்ந்த 207 சிற்றினங்களின் கட்டையினை ஒப்புநோக்கி சூழ்நிலைக்கும் உள்ளமைப்பிற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பினை ஆராய்ந்து வெளியிட்டனர். 1977 ஆம் ஆண்டு கார்ல்க்விஸ்ட் வெசல்களின் குறுக்களவு, வெசல் அங்கங்களின் நீளம், வெசல்களின் நிகழ்வென் (frequency) ஆகியவை சூழ்நிலையோடு தொடர்புகொண்டு ஒத்திருப்பதை இரண்டு அளவீடுகளைக் கொண்டு விளக்கினார். அவை வடுப்படும் நிலை (**Vulnerability**), வளநிலத்தன்மை (Mesomorphy) எனப்படும். கட்டைகளின் வடுப்படும் தன்மை அறிய வெசல்களின் குறுக்களவும் வெசல்கள் 1 சதுர மில்லி மீட்டரில் பரவியுள்ள எண்ணிக்கையும் தேவையானவையாகும். வளநிலத் தன்மை அறிய வெசல் அங்ககங்களின் நீளமும், வடுப்படும் தன்மையில் கண்டுபிடித்த் குறியீட்டு எண்ணையும் (index) பெருக்க வேண்டும்.

$$\text{வடுப்படும் குறியீட்டு எண் (Vulnerability index)} = \frac{\text{வெசல் குறுக்களவின் சராசரி அளவு}}{\text{வெசல்/mm}^2\text{ சராசரி எண்ணிக்கை}}$$

$$\text{வளநில குறியீட்டு எண் (Mesomorphy index)} = \text{வடுப்படும் குயிறீட்டு எண்} \times \text{வெசல் அங்கங்களின் சராசரி நீளம்}$$

இதன் மூலம் கார்ல்க்விஸ்ட் தனிப்பட்ட வெசல் அங்கங்களின் நீளம் பெரிதும் சூழ்நிலை காரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்றும், எனவே

அவை சூழ்நிலை காரணிகளோடு தொடர்பும் கொண்டுள்ளது என விளக்கினார். மிகக் குறுகிய குறுக்களவு கொண்ட வெசல்கள் தங்கு தடையின்றி நீரினைக் கடத்தும் நேரத்தில் அகலமான குறுக்களவு கொண்ட வெசல்களில் காற்றுக் குமிழ் அடைப்புகளால் (airbolism) தண்ணீர் கடத்துவது தடங்கலாகிறது என்றும் விளக்கினார். மேலும் வடுப்படும் குறியீட்டு எண்.(V) ஒன்றுக்கும் குறைவாக உள்ள போது அம்மரங்கள் வறட்சித் தாவரங்கள் என்றும் குறியீட்டு எண் ஒன்றுக்கும் மேல் இருப்பின் அவை வளநிலத் தாவரங்கள் என்றும் அறிவித்தார். அதேபோல் வளநில குயியீட்டு எண்.100-க்கும் மேல் இருப்பின் அது தேவையான நீர் உள்ள இடங்களில் அதாவது வளநிலச் சூழ்நிலையில் வளர்ந்துள்ளது என்றும் மிகக்குறைந்த அதாவது 100-க்கும் குறைவான குறியீட்டு எண்ணாக இருப்பின் அது வறண்டநில சூழ்நிலையில் வளர்ந்துள்ளது எனவும் தீர்மானிக்கின்றனர். எனவே வெசல் அங்கங்களின் அமைப்பைக் கொண்டு அத்தாவரம் எந்த சூழ்நிலையில் வளர்ந்திருக்கும் என்பதை அறிந்து கொள்ளலாம். மேலும் வறண்ட காடுகளில் காணப்படும் மரங்கள் வறண்ட நிலங்களில் வாழும் தாவரங்கள் குறைந்த வடுப்படும்குறியீட்டு எண். மற்றும் வளநிலை குறியீட்டு எண் கொண்டும், பசுமை மாறாக் காடுகள், மழைக்காடுகளில் வளரும் தாவரங்கள் அதிக வடுப்படும் குறியீட்டு எண். அதிக வளநிலை குறியீட்டு எண் கொண்டும் காணப்படும்.

கிருஷ்ணமூர்த்தி (**Krishnamurthy *et.al.*, 1988**) ஆய்வுக்குழுவினர் எட்டு குடும்பத்தைச் சார்ந்த 48 சிற்றினங்களின் கட்டைகளில் உள்ளமைப்பியலை ஆராயும் போது 18 வறட்சித் தன்மையானதாகவும், 28 வளநிலத் தன்மையோடும் 2 சதுப்புநிலத்தாவரமாகவும் இருந்தன. இவற்றில் வெசல் அங்கங்களின் நீளம், குறுக்களவு மற்றும் நிகழ்வுஎண் எதுவும் வறட்சித் தன்மை, வளநிலத்தன்மையைக் கண்டறியும் அளவிற்கு குறிப்பிடத்தக்கதாக இல்லை என வெளியிட்டுள்ளனர். எனவே வடுப்படும்குறியீட்டு எண்ணோ அல்லது வளநிலக் குறியீட்டு எண்ணோ சூழ்நிலையைக் குறிப்பிடும் அளவிற்கு இல்லை என்ற கருத்தும் நிலவுகிறது.

கார்ல்க்விஸ்ட் கருத்துப்படி இக்குறியீட்டு எண்கள் மாறி வரக் காரணம், அத்தாவரங்கள் வேறு சில தகஅமைவுகளைப் பெற்றிருக்கக்கூடும் என்பதாகும். எடுத்துக்காட்டாக வறண்ட இடங்களில் வாழும் இலையுதிர் தாவரம் சதைப்பற்றுள்ள இலைகளையோ அல்லது C4 ஒளிச்சேர்க்கைத் தாவரமாகவோ, மிகச் சிறிய இலைகளைப் பெற்றிருந்தாலோ அதன் வளநிலகுறியீட்டுஎண் அதன் வாழிடத்தையோ

அல்லது சூழலையோ குறிப்பிட இயலாது எனக் கருதுகிறார். மேலும் வெசல்களுடன் டிரக்கீடுகள் அமைந்திருப்பது, வளநிலகுறியீட்டஎண். வடுப்படும் குறியீட்டு எண் ஆகியவற்றைப் பாதிக்கும் அம்சம் எனக் கருதுகிறார்.

கோரியாரியா (Coriaria) தாவரம் எரிமலைகளின் அடிவாரத்தில் வளர்ந்திருப்பினும் அவை இலைகளையும், கிளைகளையும் அடிக்கடி உதிர்த்து விடுவதாலும், ரைசோம்களில் இருந்து புது கிளைகளைத் தோற்றுவிப்பதாலும் இதன் வளநிலகுறியீட்டுஎண் அதிகமாகவே உள்ளது என கார்ல்க்விஸ்ட் (1985) அறிவித்துள்ளார். எனவே குறியீட்டுஎண்களைக் கணக்கிடும்போது தாவரத்தின் வளர்இயல்பு, தகஅமைவுகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். மேலும் கலிஃபோர்னியாவில் உள்ள செம்மரமக்காடுகளில் காணப்படும் *செக்குவாயா* (*Sequoia*- Taxaceae) *ரோடோடெண்டிரான்* (*Rhdodendron* - Ericaceae) *மிரிகா* (*Myrica*- Taxaceae) போன்ற தாவரங்களின் சைலம் அமைப்பு வேறுபட்டு காணப்பட்டாலும் அவற்றின் சைலம், சூழ்நிலைத் தகஅமைப்புகளைப் பெற்றும், ஏனைய வழிகளில் சூழ்நிலையின் எதிர்ப்போடேயே வாழ்கின்றன என்பது கார்ல்க்விஸ்ட் கருத்தாக உள்ளது.

ஆண்டு வளையங்கள் அல்லது வளர்ச்சி வளையங்கள் (Growth rings) தோன்றுதல் மரபியல் பண்பாக இருந்தாலும் சூழ்நிலைகாரணிகளாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. அதிகமன வறட்சி, கடுமையான குளிர் காலங்களில் கேம்பியம் செயல்படாதிருந்து மீண்டும் செயல்படும்போது தெளிவான வளர்ச்சி வளையங்கள் தோன்றுகின்றன. வறண்ட நிலத் தாவரங்களில் குறுகிய, நீளம் குறைந்த வெசல்கள் காணப்படுகின்றன. தண்டு ஒட்டுண்ணிகளில் மிகக் குறைந்த வெசல்கள் காணப்படுகின்றன. இவை அதிக தடிப்புற்ற செல்சுவர் கொண்டுள்ளது. மரங்களின் உச்சத்தில் உள்ள வெசல்கள் குட்டையாக, குறுகிய குறுக்களவோடும், தண்ணீரின் அழுத்தத்தை தாங்கும் வண்ணமும் உள்ளது. தண்ணீர் அழுத்தம் குறைவாகக் காணப்படும் வேர்களில் அகலமான குறுக்களவு கொண்ட வெசல்கள் காணப்படுகின்றன. வறட்சி தன்மை தாங்கும் கட்டைகளில் வெசல்சூழ்டிரக்கீடுகள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

அஸ்டிரேசி, லோபெலியேசி போன்ற தாவரங்களில், சைலத்தில் மிக நீளமாக வெசல் அங்கங்கள் காணப்படுகின்றன. இது முதனிலை சைலத்தின் இளநிலைப் பண்பாகும். இப்பண்பு இரண்டாம் நிலை

சைலத்தில் காணப்பவது ஒரு சிறப்புத் தன்மையாக கருதப்பட்டு **இளம்பருவகாலப்பண்பு (Paedomorphism)** என அழைக்கப்படுகிறது. இப்பண்புடைய கட்டைகள் வலிவற்றவையாக காணப்படும். வெசல் துளைகள் அமைந்திருப்பதை பொறுத்த வரையில் தனித்த துளை வகையைவிட தொகுப்பாக உள்ளதே சிறப்பானதாகக் கருதப்படுகிறது. வளநிலத் தாவரங்களில் காணப்படும் வெசல்களின் நீளத்தை விட வறண்ட நிலத் தாவரங்களில் வெசல்கள் குட்டையாகக் காணப்படுகிறது. மேற்கூறிய பண்புகள் அனைத்தும் கட்டையியலில் சூழ்நிலையின் பங்காகவே கருதப்படுகிறது.

ஊ. கட்டைகளின் பயன்பாடு, தொழில் நுட்பம் (Wood and its Uses)

தகுந்த வேலைகளுக்குத் தேவையான மரக்கட்டைகளை தேர்வு செய்தால்தான் மரக்கட்டைகளின் முழுப் பயனையும் அடைய முடியும். எனவே தேர்வு செய்வதில் அதிக கவனம் செலுத்துதல் வேண்டும். மேலும் வெவ்வேறு கட்டைகளை முறைப்படி திறமையான முறையில் இணைத்து செயல்பட்டால் கட்டைகளை நன்கு உபயோகப்படுத்திக் கொள்ளலாம். கதவு, மேஜை, கட்டில், நாற்காலி போன்ற மரச்சாமான்கள் இல்லாத வீடுகளோ, கல்வி நிறுவனங்களோ, தொழிற்சாலைகளோ நாம் காண்பது அரிதாகும். கட்டைப் பொறியியல் துறையில் கட்டைகளின் பயன்பாடு திறம்பட மேற்கொள்ளப்படுகிறது. கப்பல், படகு கட்டும் துறையில் மரக்கட்டைகள் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இத்துறைகளில் எடை குறைந்த மிதக்கும் தன்மை கொண்ட லேசான கட்டைகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நில நடுக்கம் அதிகம் உள்ள இடங்களில் மரத்தினால் வீடுகளும், தரைத்தளங்களும் கட்டப்படுகிறது. மரப்பெட்டிகள், ஏற்றுமதி, இறக்குமதித் துறைகளிலும் தேர்ந்த மரக்கட்டைகள் பங்கு கொள்கிறது. இசைக்கருவிகள் செய்வதிலும் மரக்கட்டைகள் இன்றியமையாததாகும். இவை பெரும்பாலும் ஒரேசீராக ஒலி கடத்தும் திறன் கொண்டவையாக இருக்கும். காகிதத்

தொழிற்சாலைகளிலும் கட்டைகளை எரித்து கரிக் கட்டைகள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளிலும், பிளைவுட்கள் தயாரிப்பதிலும் மரக்கட்டைகள் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

மரக்கட்டைகளின் அடிப்படை தொழில்நுட்பம்
(Basics of Wood Technology)

தொழில் நுணுக்கப் பயிற்சியில் மரக்கட்டைகளின் அடிப்படை பங்கினைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளுதல் மிகவும் அவசியமானதொன்று. கட்டையின் கீழ்க்காணும் பண்புகள் தொழில் நுட்பவியலில், கவனத்தை ஈர்க்கும் கருத்துக்களாகும்.

1. கட்டைகளின் இறுக்கவிசை (Stress) அழுத்தம்: இறுக்கவிசை அழுத்தத்தைத் தாங்கும் கட்டைகள் புறசூழ்நிலைகளால் அதிகம் பாதிக்கபடப்படாமலும், தாங்குதிறன் அதிகம் கொண்டதாகவும் இருக்கும். இதனால் கட்டைகளின்வடிவம் பெரும்பாலும் மாறாமல் அதேநிலையில் காணப்படும்.
2. கட்டைகளின் இறுக்கத் தன்மை (Stiffness): இறுக்கத் தன்மை மற்றும் நெகிழ்வுறும் (Elasticity) தன்மையின் அடிப்படையில் கட்டைகள் செதுக்கும் வேலைகளுக்கு தேர்வு செய்யப்படுகிறது.
3. உறுதித்தன்மை (Toughness): உறுதித்தன்மைக்குத் தக்கபடி மரங்கள் கட்டுமானப் பணிக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. இக்கட்டைகள் அதிர்ச்சிகளைத் தாங்கக் கூடியதாகவும் (Shock-resistance) அதிகப்படியான பளுவினைத் தாங்கக் கூடியதாகவும் உள்ளது.
4. கடினத் தன்மை (Hardness): இத்தன்மை கொண்ட கட்டை வைரம் பாய்ந்த கட்டை என்றும் அழைக்கப்படும். இக்கட்டைகள் கடினமான கட்டுமானப் பணிகளில் பயன்படுத்தப்படும்.

மேலும் கட்டைகளின் வெப்பம் தாங்கும் திறன், மின்கடத்தும் திறன், ஒலி கடத்தும் திறன் (Acoustic Properties) ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலேயும் தேர்வு செய்யப்பட்டு பயன்படுத்தப்படுகிறது. உயிர் தொழில் நுட்பவியலில் மேற்கூறிய கட்டையின் அடிப்படைப் பண்புகளைப் பெரிதும் ஆராய்ந்து, பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கட்டைகளைத் தேர்வு செய்கின்றனர்.

பொருளாதார முக்கியத்தும் வாய்ந்த கட்டைகள்
(Economical Important Wood)

திண்மரத் தூண்களைத் தரும் எடுத்துக்காட்டுகள்
(Timber Yielding Varieties)

1. *அகேசியா மெலனோசைலான்* (*Acacia melanoxylon* – Australian Black wood), *அகேசியா செனிகல்* - அரபிக் பசை மரம் (*Acacia senegal* – gum aralic tree).
2. *நியோலெமார்கியா கடம்பா* – கடம்பம் (*Neolamarckia cadamba* – Kadamba).
3. *க்ளோரோசைலான் ஸ்வைடீனியா* – புருசு (*Chloroxylon swietenia* – Satin wood).
4. *டால்பெர்ஜியா லாட்டி.ஃபோலியா* – (*Dalbergia latifolia* – Rose wood).
5. *டால்பெர்ஜியா சைஸ்ஸூ* (*Dalbergia sissoo* – Scheesham).
6. *டையோஸ்பைரஸ் எபினம்* - எபோணி (*Diospyros ebonum* – Ebony)
7. *டிப்டிரோகார்பஸ் சிற்றினங்கள்* - குர்ஜன் - (*Dipterocarpus* spp. – Gurjun, Apitong, Keruing).
8. *லாஜெர்ஸ்டிரோமியா இண்டிகா* – பூமருது – (*Lagerstroemia indica* – Crepe myrtle).
9. *லாஜெர்ஸ்டிரோமியா லாண்சியோலேடா* – (*Lagerstroemia lanceolata* – Red Wood).
10. *டிரோகார்பஸ் மர்ஸுபியம்* வேங்கை – (*Pterocarpus marsupium* – Malabarkino).
11. *டிரோகார்பஸ் டால்பெர்ஜியாய்டஸ்* - அந்தமான் படாக் - *Pterocarpus dalbergioides* – Andaman padauk
12. *டிரோகார்பஸ் மாக்ரோகார்பஸ்* - (*Pterocarpus macrocarpus* – Burma padauk)

13. *ஸ்வைட்டீனியா மஹோகனி* – மஹோகனி – (*Swietenia mahagoni* – Mahogany)
14. *சோரியா ரோபஸ்டா* – (*Shorea robusta* – Sal)
15. *டெக்டோனா கிராண்டிஸ்* - தேக்கு – (*Tectona grandis* – Teak).
16. *டெர்மினேலியா கடாபா* – வாதாம் (*Terminalia cadapa* - Wild almond)
17. *டெர்மினேலியா அர்ஜுனா* – மருது – (*Terminalia arjuna* – Arjun wood)
18. *சைலியா சைலோகார்பா* - இருள் - (*Xylia xylocarpa* – Ironwood)

நறுமணக் கட்டைகள் (Aromatic Woods)

1. *அக்குலேரியா மெலாகென்ஸிஸ்* - அகில் - (*Aquilaria malaccensis* - Agar wood)
2. *போஸ்வில்லியா செரேட்டா* – சாம்பிராணி, குங்கலியம் (*Boswellia serrata*)
3. *யூகலிப்டஸ் சிட்ரியோடோரா* – தைல மரம் - (*Eucalyptus citriodora)*
4. *ஹெமாடோசைலான் காம்பெசியானம்* (சாயப் பொருள் எடுக்கப்படுகிறது). *Haematoxylon campechianum* – Log wood.
5. *சாண்டாலம் அல்பம்* - (சந்தனம் - (*Santalum album* – Sandal wood)

இசைக் கருவிகள் தயாரிக்க உதவும் மரக்கட்டைகள் (Woods used for musical instruments)

வீணை, வயலின், கித்தார், பியனோ, ஆர்மோனியம்

1. *அர்டோகார்பஸ் ஹெட்டிரோ.ஃ.பில்லா* - *Artocarpus heterophylla* – Jak / Jack
2. *பைசியா ஏபிஸ்* - *Picea abies*

கிளாரினெட், புல்லாங்குழல்

1. *டால்பெர்ஜியா மெலனோசைலான்* - *Dalbergia melanoxylon* – Mozambique ebony
2. *பேம்புசா பேம்பஸ்* - மூங்கில் - *Bambusa bambos* // *B.* arundinacea
3. *பிரையா எபெனஸ்* - அமெரிக்க எபோனி - *Brya ebenus* (Americal ebony – Cocus wood)

விளையாட்டுக் கருவிகள் தயாரிக்க உதவும் மரங்கள்

1. *சாலிக்ஸ் அல்பா* வெர். சீருலியா (கிரிக்கெட் மட்டை) *Salix alba* Var. *coerulia*
2. *ப்ராக்ஸினஸ்* சிற்றினங்கள் - ஹாக்கிமட்டை - *Fraxinus* sp. (Ash or Indian mulberry)
3. *ப்ராக்ஸினஸ் எக்ஸெல்சியர்* - *Fraxinus excelsior* (European ash)
4. *ஃபேகஸ் சில்வெடிக்கா* (டென்னிஸ் ராக்கெட்) - *Fagus sylvatica* (Beech)
5. *டையோஸ்பைரஸ் விர்ஜினியானா* – கோல்ஃப் - *Diospyros virginiana* (Persimmon)

படகு தயாரித்தலில் பங்கு பெரும் கட்டைகள்

1. *அர்டோகார்பஸ் ஹிர்சூடஸ்* - *Artocarpus hirsutus*
2. *கேலோஃபில்லம் ஈனோஃபில்லம்* - புன்னை - *Calophyllum inophyllum* (Laurel wood)
3. *கேலோஃபில்லம் பாலியான்தம்* - *Calophyllum polyanthum*
4. *லாரிக்ஸ் டெசிடுவா* – *Larix decidua* – (Larchwood)
5. *குர்கஸ்* சிற்றினங்கள் *Quercus* spp. (Oak)

16. கருவியல்

கருவியலின் வரலாறு

தாவரங்களில் ஆண், பெண் என இருபால்கள் உள்ளன என்பதை அரிஸ்டாடில் (Aristotle) மற்றும் தியோ.:.பிரேஸ்டஸ் (Theophrastus) போன்ற கிரேக்க அறிவியலாளர்கள் காலத்தில் ஐயப்பாட்டுக்குரிய, தெளிவற்ற கருத்தாக இருந்த போதிலும், நெமெயா க்ரு (Nehmiah Grew, 1682) தமது நூலில், மகரந்தங்கள் தாவரங்களின் ஆண்பால் உறுப்புகள் என முதன் முதலில் வெளியிட்டார். இக்கருத்தை ருடால்.:.ப் ஜாக்கப் கேமிரேரியஸ் (Rudaolph Jacob Kamerarius) 1694 ஆம் ஆண்டு ஆமணக்குத் (*Ricinus*) தாவரங்களை சோதனை செய்து கண்டபின் பால் வேற்றுமை உள்ளது என்பதை உறுதிசெய்தார். 1761-ம் ஆண்டு ஜோசப் காட்லீப் கூலிராய்டர் (Joseph Gottleib Kolreuter) மகரந்தங்கள் சூல் முடியை அடைகின்றன என்பதையும் கியொவன்னி பேட்டிஸ்ஸா அமிசி (Giovanni Battisa Amici) என்பார் சூல் முடியில் மகரந்தங்கள் குழலாக வளர்ச்சியடைகிறது என்பதையும் வெளியிட்டனர். வில்ஹெம் ஹோப்மெய்ஸ்டர் (Wilhelm Hofmeister, 1849) சூல்களில் உள்ள ஒரு பாகமும் மகரந்தக் குழலும் இணைவதாலே கரு தோன்றகிறது என 38 பேரினங்களை ஆராய்ந்து,

429 விளக்கப்படங்களுடன் தெளிவான முறையில் விளக்கினார். எட்வர்ட் ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (Edward Strsburger, 1879) முதன்முதலில் கருப்பையின் அமைப்பையும், நவாஷின் (Nawaschin, 1898) தாவரங்களில் இரட்டைக்கருவுறுதல் (double fertilization) நிகழ்வதையும், எண்டோஸ்பெர்ம் தோன்றுவதையும் விளக்கினார்கள். 1903-ம் ஆண்டு கௌல்டர் (Coulter), சேம்பர்லெய்ன் (Chamberlain) ஆகியோர் வெளியிட்ட நூல் கருவியலின் விரிவான ஆராய்ச்சிகளுக்கு வித்திட்டது. இந்தியாவில் கருவியல் ஆராய்ச்சிகள் பேராசியர் மகேஷ்வரி (Maheshwari, 1950) மற்றும் சென்னையில் பேராசிரியர் சுவாமி (Swamy, 1948) ஆகியோரால் மேற்கொள்ளப்பட்டு குறிப்பிடத்தக்க வளர்ச்சியை அடைந்தது.

மலரின் அமைப்பு : மலர்கள் மனம்கவரும் வண்ணங்களுடன் நறுமணம் மிக்க அங்கமாக, தாவரங்களில் காணப்படும் இனப்பெருக்க அமைப்பாகும். கருவியலை பற்றித் தெரிந்து கொள்ளும் முன் மலர்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்வது இன்றியமையாததொன்றாகும். ஓராண்டு, இரண்டுத் தாவரங்களில் மலர்கள் குறிப்பிட்ட பருவகாலத்தில் தோன்றி, கனிகளையும் விதைகளையும் கொடுக்கின்றன. பல்லாண்டுத் தாவரங்களில், குறிப்பாக மரங்கள் குறிப்பிட்ட காலம் வரை வளர்ந்து பின்னரே மலர்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மலர்கள் தோன்றி மறைந்தபின் மீண்டும் தாவரம் உடல்வளர்ச்சியை அடைகிறது. ஒரு சில நேரங்களில் மலர்கள் தோன்றுவது சூழ்நிலைக் காரணிகளான வெப்பம், ஒளி, காற்று இவைகளால் பாதிக்கப்படக்கூடும்.

பெரும்பாலும் தண்டுகளில் உள்ள தண்டு நுனியாக்குத் திசுவே, பூக்கள் தோன்றும் போது, மஞ்சரி அல்லது மலர்நுனியாக்குத் திசுவாக செயல்படத்தொடங்கும். ஒவ்வொரு மலரிலும் முறையே புல்லி, அல்லி, மகரந்தத்தாள், சூலகம் என நான்கு வட்டங்களில் மலர் பாகங்கள் காணப்படும். அல்லி பூச்சியினங்களைக் கவருவதற்காக பல்வேறு வண்ணங்கள் நறுமணங்கள், தேன்சுரப்பிகள் ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்கும். மலர்களின் அளவு, வடிவம், அமைப்பு, நிறம் ஆகியவை ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் உரிய சிறப்புப் பண்புகளாகும். சுமார் 0.1மி.மீ. குறுக்களவு கொண்ட மலரில் (*வோல்.'.பியா மைக்ரோஸ்கோபிகா – Wolffia microscopica*) இருந்து ஒரு மீட்டர் வரை குறுக்களவு கொண்ட மலர்கள் (*ரா.'.ப்லீசியா - Rafflesia*) வரை வியக்கத்தக்க வகையில் உலகம் முழுவதும் விரவிக் காணப்படுகின்றன.

புல்லி இதழ்கள் இணைந்தோ, இணையாமலோ வெளிப்புற அலகாக அமைந்துள்ளது. இலைகளை ஒத்த பசுமை நிற இவ்வமைப்புகள் சிறியதாகவும், எண்ணிக்கையில் மலருக்கு மலர் வேறுபட்டும் காணப்படும். மலர்கள் இளம் நிலையில் மொட்டுக்களாக இருக்கும்போது புல்லி இதழ்கள் அவற்றை மூடிப் பாதுகாக்கின்றன. அல்லி இதழ்களும் பல வண்ணங்களிலும், பல்வேறு வடிவங்களிலும், இணைந்தோ அல்லது இணையாமலோ அமைந்திருக்கும். இவ்வடுக்கு பூச்சிகளை கவர்ந்திழுக்கவும், பாதுகாப்பிற்காகவும் அமைந்துள்ளது. இதனுள் காணப்படுவது மகரந்தத்தாள் வட்டமாகவும் (Andrecium), இவ்வட்டத்தில் மகரந்தங்களின் (Stamen) எண்ணிக்கையும் மலருக்கு மலர் வேறுபட்டும், இணைந்தோ அல்லது அல்லி ஒட்டியவையாகவோ உள்ளது. ஒவ்வொரு மகரந்தமும் மகரந்தப்பையையும் (Anther) அதோடு இணைந்த நிலையில் நீண்ட மகரந்த இழையையும் (filament) கொண்டுள்ளது. கடைசியாக உள்வட்டத்தில் அமைந்துள்ளது சூலகவட்டமாகும். சூலக இலைகளும் எண்ணிக்கையில் வேறுபட்டும், பல்வேறு தரப்பட்ட முறையில் இணைந்தும் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு சூலக இலையும் சூலகம், சூலகத்தண்டு, சூலகமுடி என மூன்று பாகங்களைக் கொண்டிருக்கும். சூலக இலைகளில் உள்ள சூல்களில் கருவுறுதல் நிகழ்வதால் கனிகளும், விதைகளும் தோன்றுகினறன.

அ. நுண்வித்தகம் (Microsporangium)

மலர்களில் ஆண்பால் இனப்பெருக்க அமைப்பாக உள்ளது மகரந்தத் தாள் வட்டமாகும் (Androecium) . ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாள் வட்டத்திலேயும் மகரந்தங்கள் (Stamen) எண்ணிக்கையில் வேறுபட்டுக் காணப்படும். ஒவ்வொரு மகரந்தமும் இரண்டு பாகங்களால் ஆனது. நுனிப்புறத்தில் இரு நீண்ட பை போன்ற அமைப்புகள் பெற்று அவை மகரந்தப்பை (Anther) அல்லது நுண்வித்தகங்கள் (மைக்ரோஸ்பொராஞ்ஜியம்) என்றும் அதோடு நீண்ட இழையாக இணைந்து காணப்படுவது மகரந்த இழை அல்லது மகரந்தத்தாள் (filament) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. முதிர்ச்சி அடைந்த மகரந்தப்பையில் நுண்ணிய மகரந்தத் தூள்கள் (pollen)

காணப்படுகின்றன. முடிவில் நுண்வித்தகம் வெடித்து, வெளியேற்றுகிறது.

ஒவ்வொரு மகரந்தத்தாளும் நான்கு மகரந்தப்பைகள் அல்லது நுண்வித்தகங்களைக் கொண்டது (tetrasporangiate). இவை இரு இணைகளாக காம்பின் நுனியில் அமைந்துள்ளன. முதிர்ச்சியடையும் போது ஒவ்வொரு இணை நுண்வித்தகங்களின் (மைக்ரோஸ்பொராஞ்சியங்களின்) இடையே காணப்படும் குறுக்குச் சுவர் அழிந்து, மறைந்து விடுவதால் மகரந்தப்பை ஈரறை கொண்டதாக மாறிவிடுகிறது (படம் 16.1A).

வளர்ச்சி : இளம் மகரந்தப்பையை குறுக்கு வெட்டில் காணும்போது (படம் 16.1B) நடுவில் ஒருதரப்பட்ட செல்களால் ஆன ஆக்குத்திசு, தொகுப்பாகவும், அது ஒரு வரிசை புறத்தோல் செல்களால் சூழப்பட்டிருப்பதும் புலப்படும் (படம் 16.1D). பிறகு வெளிப்புறத்தில் நான்கு வளைவுகள் உடையதாக வளர்ச்சியடைகிறது. நான்கு மூலைகளிலும் சில செல்கள் அளவில் பெரியதாகவும், பெரிய உட்கரு, அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம் கொண்டு மாறுபாடு அடைகிறது. இச்செல்கள் ஆர்க்கிஸ்போரியம் (archesporium) எனப்படும் (படம்:16.1E). *கனங்கா* (*Cananga*), *சான்செவீரியா* (*Sanseveria*) மற்றும் *போயர்ஹாவியா* (*Boerhaavia*) போன்ற தாவரங்களில் நான்கு வளைவுப் பகுதியிலும் ஒரு வரிசையால் ஆன ஆர்க்கிஸ்போரியமும், *மெலியூசா* (*Miliusa*), *ஓ.'.பியோபோகான்* (*Ophiopogon*) போன்ற தாவரங்களில் பலவரிசைகளில் அமைந்த ஆர்க்கிஸ்போரிய திசுவும் காணப்படுகின்றன.

ஆர்க்கிஸ்போரிய செல்கள் ஆரப்போக்கு பகுப்படைந்து முதல் வெளியடுக்கு (primary parietal) செல்களை நான்கு வளைவுப் பகுதியில் வெளிப்புறமாகவும், முதல் வித்துத்திசு (primary sporogenous) அடுக்கை உட்புறமாகவும் தோற்றுவிக்கின்றன (படம். 16.1F,G,H). முதல் வெளியடுக்கு (பெரைட்டல்) செல்கள் ஆரப்போக்கு மற்றும் குறுக்குப் போக்கில் பகுப்புற்று மூன்று முதல் ஐந்தடுக்கு செல்களைத் தோற்றுவிக்கும். இவை மகரந்தப் பையின் சுவரடுக்குகளாக செயல்படும். முதல் வித்து உண்டாக்கு திசு நேரடியாகவோ அல்லது ஒரு சில பகுப்புகள் நடைபெற்ற பின்னரோ வித்து தாய் செல்களாக செயல் படத்துவங்கும் (படம் 16.I). இவ்வாறு மகரந்தப்பையின் நான்கு மூலைகளிலும் வித்து தாய் செல்களும், சுவரடுக்கு செல்களும்

தோன்றுவதால் நான்கு நுண்வித்தகங்கள் தோன்றுகின்றன. நான்கு நுண் வித்தகங்களுக்கும் இடையே நடுப்புறத்தில் காணப்படுவது எளிய வகை பாரென்கைமாவால் ஆன இணைப்புத் திசுவாகும் (conjunctive tissue, படம்: 16.1, I).

சுவரடுக்குகளின் வளர்ச்சி : மகரந்தப்பையின் புறத்தோல் வெளிப்புற அடுக்காகவும் ஏனைய உட்புற சுவரடுக்குகள் முதல் வெளி அடுக்கிலிருந்து தோன்றியவையாக இருக்கும். புறத்தோல் அடுக்கு ஆரப்போக்கு பகுப்பு மட்டும் அடைவதால் அது ஒரே அடுக்காக காணப்படும். *அக்ரோட்ரிமா* (*Acrotrema*) சிற்றினத்தில் புறத்தோல் டேனின் நிறைந்த செல்களாகக் காணப்படுகிறது. சுவரடுக்குளில் வெளி அடுக்கிற்கு அடுத்துள்ள அடியடுக்கு எண்டோதீசிய அடுக்காக மாறுபாடு அடைகிறது. இச்செல்கள் ஆரப்போக்கில் நீட்சி அடைந்து, ஆரப்போக்கு சுவர்கள் நார்த் தடிப்புகளைப் (fibrous thickening) பெறுகின்றன (படம்.16.1C). நுண் வித்தககங்களை வெடிக்கச் செய்து நுண் வித்துக்களை வெளியேற்றும் வேலையை எண்டோதீசிய அடுக்கு மேற்கொள்கிறது. ஆனால் நீர்வாழ்தாவரங்கள். மலராத பூக்கள் கொண்ட தாவரங்கள் (*Cleistogamous*), *எரிகா* (*Erica*) போன்ற நுனித்துளை மூலம் வெடிப்புறும் தாவரங்களின் மகரந்தப் பைகளில் நார்த்தடிப்புகள் காணப்படுவதில்லை. வாழை, எள், சீதா போன்ற தாவரங்களில் புறத்தோல் செல்களே க்யூடின், லிக்னின் சுவர்ப்பொருட்களால் தடிப்புற்று எண்டோதீசியப் பணியை செயல்படுத்துகிறது.

டபீடம் (Tapetum) :சுவரடுக்குகளில் கடைசி உட்புற அடுக்காகவும், வித்து உண்டாக்கும் திசுவை ஒட்டிய அடுக்காகவும் காணப்படும் செல் அடுக்கு டபீடம் எனப்படும் (படம். 16.1.G.H). இவ்வடுக்குச் செல்கள் வளரும் வித்து தாய் செல்களுக்கு ஊட்டமளிக்கும் அடுக்காக செயல்படுகிறது. டபீடம் செல்கள் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசத்தோடும், அனைத்து செல் அங்கங்களோடும், முழுவளர்ச்சியடைந்த உட்கருவோடும் காணப்படும். இச்செல்களில் உட்கரு மட்டும் மீண்டும் ஒருமுறை பகுப்படைவதால் பெரும்பாலும் இரு உட்கருக்களைப் பெற்றிருக்கும் (படம். 16.2.D). உட்கரு மூன்று வெவ்வேறு முறைகளில் பகுப்படைந்து இரு உட்கரு நிலையை அடைகிறது: 1. எளிய மைட்டாசிஸ் பகுப்படைந்து குறுக்கே செல்தட்டு தோன்றாமல் இருப்பதால் இரு உட்கரு நிலை தோன்றுகிறது. 2.

ஒட்டிய மைட்டாசிஸ் (Sticky type division) பகுப்படையும் போது அனபேஸ் நிலையில் ஓரிரு குரோமோசோம்கள் மட்டும் பிரிவுராமல் ஒட்டிநிலையில் உடுக்கை அமைப்பில் (dumbbell) காணப்படும். 3. **எண்டோமைட்டாசிஸ்** (Endomitosis) பகுப்பில் உட்கரு சவ்வு அழியாமலும், கதிர்கோல் அமைப்பு தோன்றாமலும், குரோமோசோம்கள் மட்டும் நீள்வாக்கில் இரட்டித்து விடுகின்றன. இதனால் கரு பிரிவடையாமல் இரு உட்கருக்களில் உள்ள குரோமோசோம் எண்ணிக்கையைப் பெறுகிறது. சிலநேரங்களில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட உட்கரு பகுப்பை அடைவதால் பாலிப்ளாய்டு (Polyploid) தன்மையை செல்கள் அடைகின்றன. பல நேரங்களில் உட்கருக்கள் ஒன்றோடுஒன்று இணைந்து உருவத்தில் பெரியதாக காணப்படும். அரிதாக சில டபீடங்களில் ஒரேஒரு உட்கருவோடும் காணப்படலாம்.

டபீடத்தின் செல்கள் அமைப்பு, செயல் திறனில் ஒரேமாதிரியாக இருப்பினும் இவ்வடுக்கு இருவேறு செல்மூலங்களில் இருந்து தோன்றுகிறது. வெளிப்புறம் வளைவான பகுதியில் உள்ள எண்டோதீசியத்தின் பக்கம் உள்ள டபீடம் செல்கள் சுவர் அடுக்கிலிருந்து தோன்றியதாகவும் நடுப்புற இணைப்புத் திசுவை ஒட்டியுள்ள டபீட்டம் செல்கள் இணைப்பு செல்களிலிருந்து தோன்றியதாகவும் உள்ளது. *டொரீனா* (*Torena*), *மிலியூசா* (*Miliusa*) போன்ற எடுத்துக்காட்டுகளில் சுவரடுக்கிலிருந்து தோன்றிய டபீடம் ஓர் அடுக்கு செல்லாலும், இணைப்பு திசுவிலிருந்து தோன்றிய டபீடம் பல அடுக்குகளாகவும் காணப்படுகிறது (படம். 16.2.A.B.C). ஒரு சில தாவரங்களில் (*அலெக்டிரா, சால்வியா*) உட்புற டபீடம் செல்கள் ஆரப்போக்கில் நீண்டு காணப்படுகின்றன (படம்.16.2.D.E). முதிர்ச்சியடையும் தருணத்தில் டபீடத்தின் செயல்களின் அடிப்படையில் இருபிரிவாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அவை சுரக்கும் (Glandular or secretory) டபீடம் என்றும் பெரிபிளாஸ்மோடிய அல்லது அமீபா ஒத்த (Periplasmodial or amoeboid) டபீடம் என்றும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. பெரும்பான்மையான பூக்கும் தாவரங்களில் சுரக்கும் டபீடமே காணப்படும். முதிர்ச்சியடையும் போது இச்செல்கள் படிப்படியாக வற்றிச் சுருங்கி மறைந்து விடுகின்றன.

அமீபா டபீடம் : சில எடுத்துக்காட்டுகளில் (படம். 16.2.F.G) டபீடத்தின் செல்சுவர் மறையும் நிலையில் செல்களில் உள்ள புரோட்டோபிளாசம் வெளிப்பட்டு வித்து தாய் செல்களிடையே இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது. பின்னர் இவை இணைந்து ஒரு தொகுப்பான பாய்ம அமைப்பாகிறது,

புரோட்டோபிளாசம் நகரும் தன்மையை வைத்து இது அமீபா ஒத்த வகை எனப்படும். இதில் நான்கு உட்பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன.

1. டிரிக்லோச்சின் (Triglochin type) வகையில் வித்து தாய் செல்களில் குன்றல் பகுப்பு துவங்கும் போது புரோட்டோபிளாசம் நகரத் தொடங்குகிறது.
2. ஸ்பார்கேனியம் (Sparganium type) வகையில் குன்றல் பகுப்பு துவங்கிய பின்னும்,
3. பூட்டாமஸ் (Butomus type) வகையில் குன்றல் புகுப்பு நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் போதும்,
4. சாஜிடேரியா (Sagittaria type) வகையில் குன்றல் பகுப்பு முடிந்து நான்கமை வித்துக்கள் உண்டான பின்னும் புரோட்டோபிளாசம் செல்களில் இருந்து வெளிவந்து நகரத் தொடங்குகிறது. எனினும் முடிவில் அமீபா வகை டபீடமும் படிப்படியாக முற்றிலும் மறைந்து விடுகிறது.

நடு அடுக்குகள் : எண்டோதீசிய அடுக்கிற்கும் டபீடத்திற்கும் இடையிலுள்ள சுவரடுக்குகள் நடு அடுக்குகள் எனப்படும். ஒன்று முதல் மூன்று அடுக்கு உள்ள இச்செல்கள், வித்து தாய்செல்கள் குன்றல் பகுப்படையும் போது நசுங்கி சிதைந்து மறைந்து விடுகின்றன. ஆயின் *ஹோலோப்டிலா* (*Holoptelea*), *ரனென்குலஸ்* (*Ranunculus*), *க்ளோரியோசா* (*Gloriosa*) போன்ற தாவரங்களில் நடு அடுக்கு எண்டோதீசியத்துடன் சேர்ந்து சிதைவுறாமல் காணப்படுகிறது.

வித்து உண்டாகும் திசு வளர்ச்சி : நான்கு நுண்வித்தகங்களிலும் நடுவில் வித்து உண்டாக்கும் திசு காணப்படும் (படம்16.1I). இது நேரடியாகவோ அல்லது ஓரிருமுறை பகுப்படைந்தோ வித்து தாய் செல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பெரும்பாலும் எல்லா வித்து தாய் செல்களும் குன்றல் பகுப்படைந்து நுண்வித்துக்களை உருவாக்கக் கூடிய தன்மையுடையன. ஆனால் ஒரு சில தாவரங்களில் குறிப்பாக அனோனேசி, மைமோசேசி, லொரான்தேசி குடும்பங்களில் வித்து ஒரு சில செல்களால் ஆக்கப்பட்ட தடுப்புகளால் பிரிக்கப்படுகிறது. பின்னர் இவை சிதைந்து டபீடம் செல்களை போன்றே செயல்படுகின்றன. எனவே மேற்கூறிய குடும்பங்களில் சுவரடுக்கு, இணைப்புத்திசு போன்றவை மட்டுமல்லாது வித்துத்திசுவும் டபீடம் தோன்றுவதில் பங்கு கொள்கிறது, பெரும்பாலும் எல்லா மகரந்தப்பைகளும் நான்கு நுண்வித்தங்களோடும் முதிர்ச்சியடையும் போது ஈரறை கொண்டதாகவும்

காணப்படுகின்றன. ஆனால் மால்வேசி குடும்பத்திலும், *ஸ்டைப்பீலியா* (*Styphelia*), *இலோடியா* (*Eloda*), முருங்கை போன்ற தாவரங்களிலும் இரு மகரந்தப்பைகளும், முடிவில் ஓரறைக்கொண்டதுமாக காணப்படுகின்றன. *ஆர்சியுதோபியம்* (*Arceuthobium*) சிற்றினத்தில் வளையமாக ஓர் அறையும் நடுவில் காலுமெல்லா திசுவுமாக காணப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு நுண் வித்து தாய் செல்லும் குன்றல் பகுப்படைந்து நான்கு நுண்வித்துக்களை உண்டாக்குகின்றன. முதலில் உட்கரு பகுப்படைந்து பின்னர் சைட்டோபிளாச பகுப்பு நடை பெறுகிறது, செல்பகுப்பு இருவகைகளில் நிகழ்கிறது. அவை முறையே, தொடர் பகுப்பு (successive division) என்றும் உடனிகழ்வு பகுப்பு (simultaneous division) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

தொடர் பகுப்பில் வித்து தாய் செல்லின் உட்கரு இரண்டாக பகுப்படைந்த பின் அவற்றின் இடையே செல்தட்டு உண்டாகி செல் இரண்டாகிறது. பின்னர் தொடர்ந்து இரு உட்கருக்களும் நான்காகப் பகுப்படைந்து இடையே செல்தட்டு தோன்றி நான்கு செல்களாகிறது. இதில் உட்கரு இருநிலைகளில் பகுப்படைகிறது. இருநிலைக்கும் இடையில் கால இடைவெளியும், உட்கரு பகுப்பு, செல்தட்டு தோன்றுதல் ஆகியவை அடிப்படைப் பண்பாக உள்ளன (படம். 16.2.H). பெரும்பாலான ஒருவிதையிலைத் தாவரங்களில் தொடர்பகுப்பின் மூலமே நுண் வித்துக்கள் தோன்றுகின்றன. உடனிகழ்வு பகுப்பில் நுண் வித்து தாய் செல்லின் உட்கரு இரண்டாகப் பிரிந்ததும் செல் இரண்டாகப்பிரிவதில்லை. இவ்விரு உட்கருக்களும் மீண்டும் ஒருமுறை பகுப்படைந்து நான்கு உட்கரு நிலை அடைந்ததும் செல் நான்காக பிரிக்கப்படுகிறது (படம்.16.2i). இச்செல்பகுப்பு இருநிலைகளில் நடக்காமல் உடனுக்குடன் நடைபெற்று விடுகிறது. பகுப்பின் போது தாய் செல்சுவரின் நான்கு இடங்களில் நீண்ட பிளவுகள் வெளிப்புறத்திலிருந்து உட்புறமாக வளர்ந்து நடுவில் இணைவதால் நான்கு சேய் செல்கள் உருவாகின்றன. இப்பகுப்பு பெரும்பாலும் இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. குன்றல் பகுப்பு நடைபெறுவதால் இருமடிய குரோமோசோம் (2x)எண்ணிக்கைக் கொண்ட உட்கரு ஒருமடிய குரோமோசோம் (x)எண்ணிக்கை கொண்டதாக குறைக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் இவை நுண் வித்துகள் (மைக்ரோஸ்போர்) எனப்படும்.

நுண்வித்துகளின் அமைப்பு : நுண்வித்து தாய் செல்லில் இருந்து, குன்றல் பகுப்பிற்கு பின் தோன்றும் நான்கு செல்களும் நுண்வித்துகள் எனப்படும். இவை நான்கமை நுண்வித்து (microspore tetrad) எனவும் அழைக்கப்படும். நான்கமை நுண்வித்துகள் வெவ்வேறு வகைகளில் அமைந்திருக்கக்கூடும். அவை ஐசோபைலாட்டிரல் (Isobilateral) அதாவது இரு சமபக்க அமைவு டெட்ராஹீட்ரல்-நாற்கோண அமைவு (tetrahedral, படம். 16.4A), இருவரிசை (decussate, படம்.164.C), டெட்ரகோனல் (tetragonal, படம்.16.4.F), ‘T’ வடிவம், ஒரு வரிசை (Linear, படம்.16.4E) போன்றவைகளாகும். பெரும்பாலும் இவ்வமைப்புகள் சிற்றினத்திற்கு சிறப்புப்பண்புகளாக அமைந்திருக்கும். ஆனால் வாழை, *அகேவ், ஒட்டிலியா* (*Ottelia*), அரிஸ்டலோகியா (படம்.16.5) போன்ற தாவரங்களில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட வகைகள் காணப்படுகின்றன. சில தாவரங்களில் நான்கு வித்துக்களும் பிரியாமலேயே வெளியேறுகிறது. பெரும்பாலான தாவரங்களில் நுண் வித்துகள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று தனியாகப் பிரிந்த பின்பே வெளியேற்றப்படுகின்றன. மைமோசேசி குடும்பத்தில் 8 முதல் 64 நுண் வித்துகள் கூட்டமைப்பாக வெளியேறுகிறது. அஸ்கிளபியடேசி (படம்.16.3.A), ஆர்க்கிடேசி (படம். 16.3B) குடும்பங்களில் நுண் வித்துகள் அனைத்தும் ஒன்றாக சேர்ந்து கூட்டாக பொலினியம் (Pollinium) எனும் பை போன்ற அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. பொலினியங்களே மகரந்தச் சேர்கையின் போது பூச்சியினங்களால் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

ஆ. ஆண் கேமீட்டகத்தாவரம்

நுண்வித்துக்கள்தான் நுண்வித்தகத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் ஆண்கேமீட்டகத் தாவரங்களாக வளர்கின்றன. எல்லா பூக்கும் தாவரங்களிலும் ஆண்கேமீட்டகத் தாவரம் ஒரே மாதிரியாக வளர்ச்சியுறுகிறது. நுண்வித்து இருமுறை பகுப்படைந்து ஆண்கேமீட்டகத் தாவரத்தை தோற்றுவிக்கும். முதல் பகுப்பில் தோன்றும் இரு செல்களில் அளவில் பெரிய செல் **உடலசெல்** (Vegetative cell) என்றும் சிறிய செல் **கேமீட் தோற்றுவிச்செல்** (Generative) என்றும் அழைக்கப்படும். அடுத்த பகுப்பு இனப்பெருக்க செல்லில் நடைபெற்று இரண்டு **ஆண்கேமீட்டுகள்** அல்லது **விந்துக்கள்** தோன்றுகின்றன.

நுண்வித்து வளர்ச்சி : நுண்வித்துத் தாய் செல் குன்றல் பகுப்படைவதால் ஒற்றை மடியத் தன்மை கொண்ட நான்கு நுண்வித்துக்கள் அல்லது நான்கமை வித்துகள் தோன்றுகின்றன. இச்செல்கள் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசமும் நடுவில் ஒரு உட்கருவோடும் காணப்படும். நான்கு வித்துகளாக இருக்கும் போது சுவர் பெரும்பாலும் தாய் செல்லின் கேலோஸ் சுவராக இருக்கும். ஆனால் விரைவில் இச்சுவர் மறைந்து நுண்வித்துக்கள் ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியாக சுவர்களைத் தோற்றுவித்துக் கொள்கின்றன. இந்நிலையில் சைட்டோபிளாசம் மெல்லிய படலமாகவும், உட்கரு சுவரை ஒட்டியும் காணப்படும். செல்சுவர் அதிகபட்ச வளர்ச்சியடைந்தவுடன், வளர்ச்சி நின்றுவிடும். தொடர்ந்து சைட்டோபிளாசம் தோன்றுவதால் நுண்குமிழ்ப் பைகள் சிறிது சிறிதாக மறைந்து விடுகின்றன. நுண்வித்து சுவர் சிறப்பான முறையில் வேறுபாடு அடைகிறது.

நுண்வித்தகம் (மைக்ரோஸ்போர்) சுவர் அமைப்பு

ஒவ்வொரு நுண்வித்திலும் இரண்டு சுவர்கள் காணப்படும். தடிப்பான வெளிசுவர் எக்சைன் (Exine) என்றும் மெல்லிய உட்சுவர் இன்டைன் (Intine) என்றும் அழைக்க[illegible]படும். வெளிசுவர் பல்வேறு விதமான அலங்காரப் பாங்குக[illegible]ன் காணப்படுகிறது. சில சிற்றினங்களில் முட்கள் அல்லது [illegible]களாகவோ, சிலவற்றில் வலை அமைப்போ அல்லது முண்டுகள் [illegible]றைந்ததாகவோ காணப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் இது குறிப்பிடத்தக்கப் பண்பாக அமைகிறது. வெளிச்சுவர் ஒரு சில இடங்களில் தடிப்புகளற்று காணப்படும். இவ்விடங்களினுடேதான் மகரந்த குழல் [illegible] வெளிநோக்கி வளர்ச்சியடைகிறது, இவ்விடங்களின் வடிவத்தை பொருத்து இருவகைகள் அறியப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் நீண்ட அமைப்பு கோல்பஸ் (Colpus) என்றும் வட்ட வடிவம் சல்கஸ் (Sulcus) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

இன்டைன் சுவர் பெக்டின் - செல்லுலோசால் ஆக்கப்பட்டது. ஒரு சிலவற்றில் காலோஸ் காணப்படுகிறது. செல்லுலோஸ் மைக்ரோ.ஃ.பைப்ரில்கள் இணையாக அமைந்துள்ளது. இன்டைனில்

உள்ள நுண் துளைகளுக்கருகில் மணிகள் அமைப்பிலோ, ரிப்பன் அல்லது தட்டு போன்ற அமைப்பிலே புரத நொதிகள் காணப்படுகின்றன. எக்சைன் அடுக்கு ஸ்போரோபொலெனின் (Sporopollenin) என்ற சிறப்பு வகை கூட்டுப்பொருளால் ஆனது. இது சாதக மற்ற சூழ்நிலைகளைத் தாங்கும் திறன் கொண்டது. மகரந்தச் சேர்க்கையின் போது எந்த பாதிப்பும், இடையுறுகளும் நேராத வண்ணம் இவ்வடுக்கு பாதுகாக்கிறது.

ஹெல்லிபோரஸ் ∴போய்டிடஸ் (*Helleborus foetidus*) தாவரத்தில் வெளிசுவரை (Exine) எலக்டிரான் நுண்நோக்கியில் பெரிதுபடுத்திப் பார்க்கும் போது அது மேலும் இரு சுவர்களால் ஆக்கப்பட்டிருப்பது புலப்படுகிறது (படம்.16.7), அதில் வெளி அடுக்கு எக்டெக்சைன் (Ektexine) என்றும் உள்ளடுக்கு எண்டெக்சைன் (Endexine) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. எக்டெக்சைன் மேலும் மூன்று அடுக்குகளாக வேறுபட்டு காணப்படுகின்றது. அதில் வெளிப்புறம் உள்ள அடுக்கு டெக்டம் (Tectum) என்றும் நடுப்புற அடுக்கு பாகுலம் (Baculum) என்றும் உட்புற அடுக்கு பாத அடுக்கு (foot-layer) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. நுண்வித்துக்களின் பிளாஸ்மாலெம்மாவின் வெளிப்புற மேடு பள்ளங்களில் முதலில் செல்லுலோஸ் நார் இழைகள் படிகின்றன. இவைகள் படியாத விடுபட்ட இடங்களில் வளர்-துளைகள் (Germ-pores) தோன்றுகின்றன. முதலில் பாத அடுக்கு ஒரே சீராக படிகிறது. பின்னர் பாகுல அடுக்கு நீண்ட தூண் போன்ற அமைப்புகளாகப் படிகிறது. அதன்மேல் டெக்டமும் அதே வடிவத்தில் படிகிறது. எனவே எக்சைன் பல்வேறு விதமான வேலைப்பாடுகளுடன் காணப்படுகின்றது (படம்.16.7.A-H). இந்நிலையில் வித்துகள் நான்கமை நிலையிலிருந்து பிரிந்து விடுகிறது, இதன் பின்னரே இன்டைன் அதாவது உட்சுவர் தோன்ற ஆரம்பிக்கிறது. இச்சுவர் படிவதில் டிக்டியோசோம்கள் பெரிதும் பங்குசொள்கின்றன. இன்டைன் எண்டெக்சைனின் உட்புறமாகப் படிகிறது. ஸ்போரோபொலனின் அடிப்படை பொருள் சைட்டைபிளாசத்தில் இருந்து தோன்றி மென்படலமாக படிவதால் வெளிச்சுவர் தோன்றுகிறது.

வித்துக்களின் சுவர்கள் தோன்றிக்கொண்டிருக்கும் போதே, சைட்டோபிளாசத்தில் லிப்பிட்டை தளப்பொருளாகக் கொண்ட கோளவடிவ அமைப்புகள் தோன்றுகின்றன. இவை யூபிஷ் (Ubisch bodies) உடலங்களாகும் (படம்.16.8). இவைகள் ஸ்போரோபொலனினால் சூழப்பட்டு முடிவில் நுண் வித்தக அறைகளில் விடுவிக்கப்படுகிறது. இவ்வமைப்புகள் எக்சைன் தோற்றுவிப்பதில் பெரிதும் பங்கு கொள்கின்றன. பூச்சியினங்களால் மகரந்தச் சேர்க்கை

நடைபெற, ஒரு சில நுண் வித்துக்களில் பிசுபிசுப்பான திரவ அமைப்பு சூழப்பட்டு காணப்படும். இது போலன்கிட் (Pollenkitt) எனப்படும். டபீடம் செல்களால் தோற்றுவிக்கப்படும் இவ்வடுக்கு கேரோட்டினாய்டு, ஃபிளாவனாய்டு போன்ற மஞ்சள், ஆரஞ்சு நிறமிகளைக் கொண்டும், கிளைகோபுரதங்கள், லிப்பிட்கள், மோனோசாக்கரைடுகள் போன்ற கூட்டுப் பொருட்களோடும் காணப்படுகிறது (Clarke. 1979).

பெரும்பாலும் நுண்வித்து தோன்றியதும் உட்கரு பகுப்படைகிறது. ஆனால் குளர் நிறைந்த பகுதிகளில் சில நாட்கள் முதல் பலவாரங்கள் வரை உட்கரு பகுப்பு தாமதப்படுகிறது. *டிராடெஸ்கான்ஷியா ரி.ஃப்ளெக்சா* (*Tradescantia reflexa*) மைக்ரோஸ்போர்கள் நான்கு நாட்களுக்குப் பிறகும், *ஹிமன்டோக்ளோசம் ஹிர்சினம்* (*Himandtoglossum hircinum*) மூன்று வராங்களுக்குப் பிறகும், *பெட்டுலா ஓடரேட்டா* (*Betula odorata*) பருவம் முழுவதும் பகுப்படையாமல் இருந்து பின்னரே பகுப்படைகிறது. என அறிவியலாளர்கள் வெளிப்படுத்தியுள்ளனர்.

நுண்வித்து பகுப்படையும் தருணத்தில் அதன் உட்கரு செல்சுவரை ஒட்டியுள்ளது. அந்நிலையில் உண்டாகும் கதிர்கோல் வடிவ நார் சமச்சீரற்று காணப்படும். சுவர்பக்கம் கதிர்கோல் வடிவ நார் விரிந்தும், அதன் எதிர்பக்கம் குவிந்தும் காணப்படும். உட்கரு செல்சுவரை ஒட்டி தட்டையாக காணப்படுகிறது. கதிர்கோல் வடிவநாரின் இருமுனைவுகளும் உருவாதலில் ஏற்படும் காலதாமதமே இந்நிகழ்ச்சிக்கு காரணமாகிறது. டெலோ.ஃபேஸ் நிலையில் இனப்பெருக்க செல்லின் குரோமோசோம்கள் செல்சுவரை ஒட்டினாற் போல் அமைந்துவிடுகிறது. உடல செல்லின் குரோமோசோம்கள் அரைக்கோள வடிவில் அமைகிறது. சமச்சீருள்ள கதர்கோல் வடிவநார்கள் அரிதாக, *அஸ்கிளபியாஸ்* (*Asclepias*), *அடோக்சா* (*Adoxa*), *போடோபில்லம்* (*Podophyllum*) போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. இப்பகுப்பு முடிந்தவுடன் இரண்டு சமமற்ற செல்கள் தோன்றுகின்றன. ஒரே நுண்வித்தகத்தில் உள்ள நுண்வித்துகளில் இப்பகுப்பினை வெவ்வேறு நிலைகளில் காணலாம். ஆனால் பொல்லினியங்களில் கூட்டாக உள்ள நுண்வித்துகளில் ஒரே நேரத்தில் பகுப்பு தொடங்கி முடிவடைகிறது. நான்கமை நுண்வித்துகளாக இருப்பின் இனப்பெருக்க செல்கள் வெளிப்பக்கமோ (டிஸ்டல் - distal, படம்.16.9.A) அல்லது உட்பக்கமோ (புராக்சிமல் - Proximal, படம். 16.9.B) தோற்றுவிக்கப்படலாம்.

இனப்பெருக்க செல் நுண்வித்து செல் சுவரிலிருந்து பிரிந்து உடல செல்லின் சைட்டோபிளாசத்தினுள் வந்துவிடுகிறது.

இனப்பெருக்க செல் சிறியதாகவும், அடர்வுமிகுந்த சைட்டோபிளாசம், உட்கரு இவற்றோடு வெவ்வேறு வடிவங்களில் காணப்படுகிறது. இது லென்ஸ் வடிவிலோ, கதிர் (எ.கா. *கஸ்குடா, எரித்ரோனியம், போடோஸ்டிமான், விங்கா,* படம்.16.10.1-7) வடிவிலோ, நீள்வட்ட வடிவிலோ, நீண்ட அமைப்பிலோ காணப்படலாம். அதிக வண்ணத்தை ஏற்கும் இச்செல்களில் கணிகங்கள், மைட்டோகாண்ரியங்கள் அதிக அளவு டி.என்.ஏ. காணப்படுகின்றன. உடல செல்களில் அளவில் பெரியதாகவும், தரசம் கொழுப்பு போன்ற பொருட்கள் சேமிப்பாகவும், உட்கரு பெரியதாகவும் ரிபோநியூக்ளிக் அமிலமும், புரோட்டின் அளவும் அதிகமாகவும், குறைந்த அளவு டி.என்.ஏ.வும் காணப்படுகிறன. இனப்பெருக்க செல்லும், உடல செல்லும் செயல் முறையில் வேறுபட்டிருப்பதற்கு அச்செல்களில் உள்ள சைட்டோபிளாசமே காரணம் என்ற கருத்து நிலவுகிறது.

இனப்பெருக்க செல் நுண்வித்திலோ அல்லது மகரந்த குழலிலோ பகுப்புறலாம். நுண்வித்தில் (மைக்ரோஸ்போரில்) பகுப்படையும் போது மூன்று செல்நிலையடைகிறது. மகரந்தத்தூள்கள் இரு செல்நிலையிலோ அல்லது மூன்று செல் நிலையிலோ, நுண்வித்தகத்தை விட்டு வெளியேற்றப்படுகிறது. இனப்பெருக்க செல்லில் சாதாரண மைட்டாசிஸ் பகுப்புடைந்து இரு செல்லாகிறது. ***லிலியம்*** (*Lilium*), ***இம்பேஷன்ஸ்*** (*Impatiens*) போன்ற தாவரங்களில் மகரந்தக்குழலில் இனப்பெருக்க செல் பகுப்படையும்போது மெட்டா·.பெஸ் தட்டு உண்டாவதில்லை என்றும், *டுலிபா* (*Tulipa*), *ஹெடிகியம்* (*Hedychium*) போன்ற தாவரங்களில் மெட்டா·.பேஸ் தட்டு உண்டாகிறது என்றும் கருத்து தெரிவித்துள்ளனர்.

இனப்பெருக்க செல் பகுப்படைந்து இரண்டு விந்தணு செல்களை உருவாக்குகிறது. விந்தணு உட்கருவை சூழ்ந்துள்ள சைட்டோபிளாசம் மிக மெல்லிய படலமாகவே காணப்படும். உடல செல்லின் உட்கரு, மகரந்தக் குழல் வளரும்போது குழலின் நுனியில் விந்தணுக்களுக்கு முன்பாக காணப்படும் (படம்.16.11). சில தாவரங்களில் விந்தணுக்களுக்கு பின்பாகவும் காணப்படலாம். *அல்மஸ்* (*Ulmus*), *செகேல்* (*Secale*) போன்ற தாவரங்களில் குழல்வளர்ச்சிக்கு முன்பே மறைந்துவிடுகிறது. சில எடுத்துக்காட்டுகளில் உடலசெல் உட்கரு மிக

நீளமாகவும் பல மடங்கு அகலமாகவும் மாறிவிடுகிறது. (*வயோலா ஓடோரோட்டா – Viola odorata, சிம்பிடியம் பைகோலர் - Cymbidium bicolor*)

கருப்பை போன்ற (நுண்வித்துக்கள்) மைக்ரோஸ்போர்கள் : 1898 – ஆம் ஆண்டு நெமெக் (Nemec) எனும் அறிவியலார் ***ஹையசின்தஸ் ஓரியண்டாலிஸ்*** (*Hyacinthus orientalis*) என்ற தாவரத்தில் எட்டு உட்கரு கொண்ட கருப்பை போன்ற மகரந்தத் தூள்களைக் கண்டறிந்தார். முதலில் நுண்வித்து உருவத்தில் பெரிதாய் வளர்ந்து பின்னர் அதிலுள்ள உட்கரு மும்முறை பகுப்படைகிறது. எட்டு உட்கரு நிலையடைகிறது. பின்னர் இவை கருப்பையில் உள்ளது போல் மூன்று ஒரு முனையிலும் அடுத்த மூன்று எதிர் முனையிலும் நடுவில் இரண்டுமாக அமைகின்றன. பின்னர் நடுவில் உள்ளவை ஒருங்கிணைந்து கொள்கிறது. இஸ்டோ (Stow) கருத்துப்படி மேற்கூறிய உட்கருக்கள் மைக்ரோஸ்போர் உட்கருக்களேயன்றி, உடல் மற்றும் இனப்பெருக்க உட்கருக்களுக்குத் தொடர்புடையவை அல்ல என்பதாகும். மேலும் சில சூழ்நிலைகளில் நெக்ரோஹார்மோன் (Necrohormone) அளவு மேலோங்குவதால் பெண் தன்மை கொண்ட நுண்வித்து கருப்பை தோன்றுகிறது என்றும் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார்.

ஆண்மலட்டுத் தன்மை (Male Sterility)

வளமையற்ற நுண்வித்துகளும், வளமையற்ற ஆண்கேமீட்டத்தாவரமும் தோற்றுவிக்கப்பட்டால் அது ஆண் மலட்டுத் தன்மை (male sterility) எனப்படும். இத்தன்மை கீழ்க்காணும் பல்வேறு காரணங்களால் நிகழ்கிறது.

1. வளர்ச்சி குன்றிய அல்லது தடைபட்ட நுண்வித்தகங்களில் முன்னதாகவே குன்றல் பகுப்பு நிகழ்தல்
2. ஒழுங்கற்ற முறையில் குன்றல் பகுப்பு நிகழ்வதால் இயல்புக்கு மாறான ஆண்கேமீட்டகத் தாவரம் தோன்றுதல்.
3. கேமீட்டகத்தாவர வளர்ச்சியின் போது ஏற்படும் தடைகள்.
4. நுண்வித்தகங்கள் வெடித்து வித்துக்களை (ஸ்போர்களை) வெளியேற்றாமல் இருத்தல்.
5. பூஞ்சை, வைரஸ்களால் தாக்கப்படுதல்.

பெரும்பாலும் ஆண்மலட்டுத் தன்மை குன்றல் பகுப்பு பிறழ்சியடைவதாலேயே நிகழ்கிறது. கேமீட்டகத்தாவரத்தில் பலமடிய உருகருக்கள் தோன்றுவதாலும் மலட்டுத் தன்மை ஏற்படுகிறது. நுண்வித்துக்களில் மலட்டுத் தன்மை மரபியலாலோ, சைட்டோபிளாசத்தாலோ அல்லது சூழ்நிலை காரணிகளாலோ இருக்கக்கூடும். மக்காச் சோளத்தில் (Maize) மேற்கூறிய சைட்டோபிளாச மரபியல் முறையில் ஆண்மலட்டுத் தன்மை உண்டாகிறது. வேதியல் பொருட்களாகிய *ஆக்சின், மேலிக் ஹைட்ராசைடு* (Maleic hydrazide), *டேலாபோன்* (Dalapon) போன்றவைகளும் ஆண்மலட்டுத் தன்மையைத் தூண்டுகின்றன. டபீடம் செல்களில் ஆர்.என்.ஏ. தோன்றுவது தடைபடுதல், டி.என்.ஏ. அபரிமிதமாகத் தோன்றுதல், செல்கள் பருமனாதல், வளர்ச்சி குன்றிய டபீட்ட செல்கள் போன்ற காரணங்களாலும் ஆண்மலட்டுத் தன்மை தோன்றுகிறது. இத்தகைய டபீட்ட செல்கள் உள்நோக்கி வளர்ந்து வளரும் நுண்வித்துக்களைச் சிதைக்கின்றன.

மகரந்தத்தூள்களின் பாதுகாப்பான சேமிப்பு முறைகள்

பனை, ஈச்சம் போன்ற மரங்களின் மகரந்தங்களை சேமிக்க 4000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே மனிதன் அறிந்து வைத்திருந்தான். தற்போது மகரந்த சேமிப்பு பல்வேறு அறிவியல் முறைகளில் நடைபெறுகிறது. மலரிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட மகரந்தங்கள் அறிவியல் அடிப்படையில் பல்வேறு கருவியல் சோதனைகளுக்காக சேமிக்கப்படுகின்றன. வளர்ச்சி ஊடகங்களில் அவற்றை வளர்த்து பல்வேறு சோதனைகளுக்கு உட்படுத்தவும் மகரந்தங்கள் சேமிக்கப்படுகின்றன. வித்துக்களின் வளமை கெடாமல் அவற்றின் ஆயுட்காலத்தை நீட்டி அவை சேமிக்கப்படுகின்றன.

வெப்ப சீர்நிலை கருவிகளின் உதவியோடும், ஈரப்பதத்தின் அளவினை (Relative humidity) கட்டுப்படுத்துதல் மூலமும், குளிரூட்டும் முறையிலும் (cold storage), உறை குளிர் பதனசேமிப்பு முறையிலும் (Cryogenic storage) வேதியியல் கலவைகளை (Organic solvents) பயன்படுத்துதல் மூலமும் மகரந்தங்கள் சேமிக்கப்படுகின்றன.

வெப்ப சீர்நிலை முறை

வெப்ப நிலையையும், ஈரப்பதத்தையும் கட்டுப்படுத்தும் முறையில் வெப்பநிலை சுமார் 5 முதல் 10°C ஆகவும், ஈரப்பதம் 25 முதல் 50% இருக்கும் போது பெரும்பாலான மகரந்தங்களைச் சேமித்து வைக்கமுடியும். இது ஒரு நிலையான அறிவியல் தொழில்நுட்பமாகும்.

மாஞ்சி∴பெரா இண்டிகா (*Mangifera indica*) தாவரத்தின் மகரந்தங்கள் எட்டு நாட்களே வளமைத் தன்மையுடன் இருக்கும். ஆனால் 4.5 முதல் 9°C குளிர் நிலையிலும் 25 முதல் 50% ஈரப்பதத்திலும் இருக்கும் போது ஐந்து மாதங்கள் வளமைத் தன்மையுடன் உள்ளன. *பைரஸ் மாலஸ்* (*Pyrus malus*), *பைரஸ் கம்யூனிஸ்* (*Pyrus cummunis*) போன்ற தாவரங்களின் மகரந்தங்கள் -17°C குளிர்பதன நிலையில் ஒன்பது வருடங்கள் வரை செயலுள்ளதாகவும் வளமைத் தன்மையோடும் சேமித்து வைக்க இயலும்.

பொடித்து நொறுக்கப்பட்டு, நீர் நீக்கப்பட்ட ஒரு சில வேதியல் பொருட்களை உபயோகிப்பதன் மூலம் மகரந்தங்களைச் சேமித்து வைக்கலாம். இவ்வகை வேதியியல் பொருட்கள் செறிவற்ற கலவை (diluents) களாக இருக்கும் போது இவற்றுடன் மகரந்தங்களைக் கலந்து உலர்த்திக்கருவிகளில் (desiccator) வைக்கும்போது நெடுநாட்கள் வளமைத் தன்மையோடு செயலுள்ள மகரந்தங்களாகக் காணப்படுகின்றன. மகரந்தங்களை ஆய்வுக்காக வெளியிடங்களுக்கு அனுப்ப வெப்பசீர்நிலை முறையை மேற்கொள்ள இயலாது. எனவே உறை உலர் முறையைப் (freeze drying method, King. 1959) பயன்படுத்துகின்றனர். இம்முறையில் மகரந்தங்களில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்றப்பட்டு இவற்றை ஹீலியம் (Helium) வாயு நிறைந்த குப்பிகளில் அடைத்து எளிய முறையில் அனுப்புகிறார்கள். ஆராய்ச்சி நிலையங்களுக்கு அனுப்ப இதுவே சிறந்த, சிக்கனமான எளிய முறையாக கருதப்படுகிறது.

உறை குளிர்பதனச் சேமிப்பு முறை (Cryogenic storage)

இம்முறையில் திரவ நைட்டிரஜனில் -196°C உறை நிலையில் மகரந்தத்தூள்கள் சேமிக்கப்டுகின்றன. இதனால் மகரந்தத்தூள்கள் வெகு நாட்கள் செயலுள்ளதாக காணப்படுகின்றன, பொருளாதார முக்கியத்துவம் வாய்ந்த தாவரங்களின் மகரந்தத்தூள்கள் இம்முறையிலேயே கருவியல் ஆராய்ச்சிகளுக்காக சேமித்து

வைக்கப்படுகின்றன. இவைகளை மீண்டும் ஆராய்ச்சிக்கு உட்படுத்தும் போது உருகுநிலை இயக்கத்தின் (thaw) மூலம் தளர்வுறச் செய்து பயன்படுத்துகின்றனர். உருகுநிலையில் ஆறுநாட்களே செயலுள்ளதாக காணப்படும், *அல்லியம் சீபாவின்* (வெங்காயம்) மகரந்தத்தூள்கள் 360 நாட்களும் (Ganesh, 1986a), *பப்பாளி, விட்டிஸ்* (*Vitis*) போன்ற தாவரங்களின் ஸ்போர்கள் முறையே 485 மற்றும் 448 நாட்கள் வளமையுள்ளதாக (Ganesh, 1985) சேமிக்க முடியும் என நிருபிக்கப்பட்டுள்ளது.

கரிம வேதியல் கலவைகள் : அசிடோன், பென்சீன், எதனால், ஈதர், குளோரா.'.பார்ம், பீனால் போன்ற வேதியல் கரைசல்களில் மகரந்தத் தூள்கள் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. *கேமில்லியா* (*Camellia*) தாவரத்தின் மகரந்தத்தூள்கள் ஏழு நாட்கள் வரை மேற்கூறிய கரைசல்களில் செயலுள்ளதாக (Iwanami *et al*, 1988) இருப்பது உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது. *பெட்டுனியா* .(*Petunia*) தாவர மகரந்தத் தூள்கள் ஈதர் கரைசலில் ஒரு வாரம் வரையும், லில்லி (Lily) தாவரத்தின் மகரந்ததூள்கள் 10 வருடங்கள் எத்தனால் கரைசலிலும், *பேரிக்காய்* (Pear) தாவரத்தின் மகரந்ததூள்கள் ஈதர் கரைசலில் ஒரு வருடம் வரையிலும் வளமை குன்றாமல் செயலுள்ள நிலையில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

மகரந்தத்தூள்களின் வளமைத்தன்மை சோதனைகள் (Pollen Viability)

சேமிக்கப்பட்ட மகரந்தத்தூள்கள் எத்தகைய வளமைத்தன்மையுடன் உள்ளது என்பதை பல சோதனைகள் மூலம் அறிந்து கொள்ள இயலும். குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை கொண்ட மகரந்தத்தூள்களில் விந்துக்களைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மை கொண்ட மகரந்தத்தூள்களின் எண்ணிக்கையை வைத்து (Heslop-Harrison et al., 1984) வளமைத் தன்மை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் மகரந்தத்தூள்கள் முளைத்து மகரந்தக் குழல் தோற்றுவிப்பதன் மூலமும் அதனை செல்-வேதியல் சோதனை மூலம் நிரூபிப்பதன் மூலமும் வளமைத் தன்மை உறுதி செய்யப்படுகிறது.

1. **சூல்களின் வளர்ச்சியும் - விதைகள் தோன்றுதலும்**
   இம்முறையில் சேமிக்கப்பட்ட மகரந்தத்தூள்கள் செயற்கை மகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் சூலகமுடியை அடைந்து முளைத்து, கருவுற்ற பின் அதன் வளர்ச்சி மற்றும் விதைகள் தோன்றுவது வரை கவனிக்கப்பட வேண்டும். இம்முறை சிறந்ததாக

இருப்பினும் காலதாமதமாவதை தவிர்க்க இயலாது. உடனே மகரந்தத்தூள்களின் வளமைத் தன்மையை கணிக்க இயலாது.

2. **சூலக முடிகளில் மகரந்தக்குழல் வளர்ச்சியைக் கணக்கிடுதல் -** இம்முறையில் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற்றவுடன் சூலக முடிகள் உடனே நீக்கப்பட்டு அவை நிலைப்பான்களில் அதாவது (Fixatives) அசிடிக் அமிலம் மற்றும் ஆல்கஹால் திரவம் (1:3) கலவையில் நிலைநிறுத்தப்பட (fixation) வேண்டும். பின்னர் இவை சோடியம் ஹைடிராக்சைடு (8N – NaoH) கரைசலில் வைக்கப்பட்டு மென்மையாகப்பட்டு தெளிவுறச் செய்யப்பட வேண்டும். பின்னர் இவற்றை கழுவி நீர்த்த அனிலின் நீலம் (0.005% aniline blue) வண்ணமிட்டு 0.05 M சோடியம் ஹைபோ.'.பாஸ்.'.பேட் (Na_2HPO_4) திரவத்தில் ஏற்றி மிளிர்வொளி (Fluorescent) நுண்நோக்கியில் காணலாம். முளைத்த மகரந்தக் குழல்கள் கலோஸ் கூட்டுப்பொருள் இருப்பதால் மஞ்சள் வண்ணத்தில் பிரகாசமாகத் தெரிவதைக் காணலாம்.

3. **சோதனைச் சாலையில் மகரந்தத்தூள் வளர்முறைகள்** மகரந்ததூள் முளைத்து மகரந்தக் குழலை தோற்றுவிக்கும் வளர்முறைகளை கீழ்க்காணும் முறையில் சோதனைச் சாலையில் செய்து பார்க்லாம். இதற்கு முதலில் வளர் ஊடகத்தை தயாரிக்க வேண்டும். ஒரு லிட்டர் சுத்தமான நன்னீரில் ஒரு கிலோ சுக்ரோஸ், 100 மி.கி (H_3BO_3), 300 மி.கி. கால்சியம் நைட்ரேட் ($Ca(No_3)_2H_2O$), 200 மி.கி. மெக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSo_47H_2O$) ஆகிய கனிமங்களைக் கரைத்து ஊடகதிரவத்தை தயாரித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒரு கண்ணாடி மூடுவில்லையின் (Cover glass) நடுப்பகுதியில் சிறு துளி ஊடக திரவத்தை இட வேண்டும். அதன் மேல் சேமித்து வைத்துள்ள மகரந்தத் தூள்கள் அல்லது வெடிக்கும் நிலையிலுள்ள நுண்வித்தகங்களில் உள்ள மகரந்தத் தூள்களை தூரிகை உதவி கொண்டு தெளிக்க வேண்டும். நடுவில் சிறு குழியமைந்த ஆய்வுக் கண்ணாடித்தகட்டை (Cavity slide) தேர்ந்தெடுத்து குழியை சூழ்ந்த வண்ணம் வாசலின் பூச வேண்டும். பின்னர் மூடுவில்லையை தலைகீழாக அதாவது மகரந்தத்தூள் உள்ள ஊடக திரவம் குழிப்பக்கம் இருக்கும்படி மூடி விடவேண்டும். இந்நிலையில் குழியின் மேல்பக்கம் ஊடக திரவம் தொங்கிய நிலையில் காணப்படும். பின்னர் மகரந்ததூள் முளைத்து குழல்களைத் தோற்றுவிப்பதை

நுண்நோக்கி மூலம் அறிந்து கொள்ளலாம். இம்முறையில் ஒரே சீராக வளர்ச்சியை கணக்கிடுவது கடினமாகும். எனவே இவ்ஊடகக் கனிமங்களை அகார் ஊடகத்தில் தயாரித்து அதனை ஆய்வுகண்ணாடி தகட்டில் மெல்லிய படலமாக ஊற்றி அதில் மகரந்தத்தூள்களை மூடுவில்லையின் உதவியோடு ஒரே சீராகப் பரப்பி பின்னர் முளைக்கும் மகரந்தத்தூள்களை கணக்கிடலாம். பொதுவாக இருசெல் நிலையில் உள்ள மகரந்ததூள்கள் துரிதமாக வளர்ச்சியடைவதைக் காணலாம்.

4. டெட்ராசோலிய கரைசல் சோதனை (Tetrazolium test) - மகரந்ததூள் வளமையைக் கண்டறிய பலவகை டெட்ராசோலிய உப்புகள் இருப்பினும், பொதுவாக 2,3,5 – டிரை.:.பினைல் டெட்ராசோலியம் குளோரைடு (TTC – 2,3,5 – Triphenyl - tetrazolium chloride) உப்பே சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. 0.5% முதல் 10 % அளவு மேற்கூறிய உப்புக் கரைசலை 12% சுக்ரோஸ் கரைசலுடன் சேர்த்து ஹைடிரஜன் அயனிச் செறிவு (pH) 5.8 இருக்கும் படி (buffered with 0.15M Tris Hcl) வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இக்கரைசலில் ஒரு துளியினை ஆய்வுக்கண்ணாடி தகட்டில் இட்டு மகரந்ததூள்களைத் தெளித்து உடனே காற்றுப்புகா வண்ணம் மூடுவில்லையால் மூடி விட வேண்டும். ஆய்வுக் கண்ணாடித் தகட்டில், ஈரமான வடிதாளால் சூழப்பட்ட பெட்ரித் தட்டில் வைத்து 35 முதல் 60°C வெப்பத்தில் வெப்பசீர் நிலைக் கருவியில் 30 நிமிடம் முதல் 3 மணித் துளிகள் வரை வைத்திருந்து பின்னர் நுண்நோக்கியில் பார்க்க வேண்டும். வளமையான மகரந்தத்தூள்கள் அனைத்தும் சிவப்பு வண்ணத்தில் காணப்படும். (டெட்ரா சோலியம் குறைப்படைவதால் (reduction) உயிருள்ள தூள்களில் சிவப்பு வண்ண பார்மேசான் (formazon) உண்டாகிறது).

5. புளோரெசின் டை அசிடேட் சோதனை – (Fluorescein diacetate test) : இது சிறந்த செல்-வேதியல் சோதனையாகும் (Heslop-Harrison et al., 1984) இச்சோதனை மகரந்தத் தூள்களின் பிளாஸ்மா படலம் மற்றும் சைட்டோபிளாசத்தில் காணப்படும் எஸ்டரேஸ் நொதிகள் இருப்பதன் அடிப்படையில் நடத்தப்படுகிறது. இச்சோதனைக்கு இரண்டு மில்லி கிராம் புளோரெசின் டை அசிடேட்டை ஒரு மில்லி லிட்டர் அசிடோனில் கரைத்து ஒரு மூலக்கரைசல் (stock solution) தயாரித்துக்

கொள்ள வேண்டும். இதனை குளிர் பதனப் பெட்டியில் பல மாதங்கள் வரை சேமிக்க முடியும். சோதனையின் போது 10 முதல் 20% சுக்ரோஸ் கரைசலை தயாரித்து அதனுடன் ஒரு சில துளிகள் மூலக்கரைசலை சேர்க்க வேண்டும். கலங்கலான நீர்மமாக மாறும் வரை மூலக்கரைசலை துளித்துளியாகச் சேர்க்க வேண்டும். ஆய்வுக்கண்ணாடித் தகட்டில் இதில் ஒரு துளி கலவையை இட்டு அதில் மகரந்தத்தூள்களை தெளித்து 10 நிமிடங்கள் வரை ஈரப்பதம் உடைய வடிதாளால் சூழப்பட்ட பெட்ரித் தட்டில் வைக்க வேண்டும். பின்னர் இதனை மூடுவில்லையால் மூடி புளோரெசெண்ட் நுண்நோக்கியில் காண வேண்டும். வளமையான மகரந்தத்தூள்கள் நுண்நோக்கியில் பிரகாசமாக மின்னிக்கொண்டு தெரியும். புளோரெசின் டை அசிடேட் பிளாஸ்மா படலத்தின் வழியாக சைட்டோபிளாசத்தை அடையும் போது பிளாஸ்மா சவ்வில் உள்ள எஸ்டரேஸ் நொதியினால் அவைகள் பிளவுறுவதால் புளோரெசென்ட் தன்மை கொண்ட புளோரெசின் மூலக்கூறுகள் விடுபட்டு, பிளாஸ்மா படலத்தை விட்டு வெளியேற முடியாமல் தங்கி விடுகிறது. இதுவே நுண்நோக்கியில் காணும்போது ஸ்போர்களுக்கு பிரகாசமாக மிளிரும் தன்மையைக் கொடுக்கிறது. *செகேல்* (*Secale*), *பாபுலஸ்* (*Populus*) போன்ற தாவரங்களின் மகரந்தத் தூள்களில் பிளாஸ்மா படலம் மேற்கூறிய செயல்பாட்டு திறனற்றவை. எனவே இவைகளில் இச் சோதனையை வெற்றிகரமாக செயல்படுத்த இயலாது.

6. காந்த ஆற்றல் அதிர்வு முறை (நியூக்ளியார் மேக்னெடிக் ரெசோனன்ஸ் - Nclear Magnetic Resonance NMR) மேற்கூறிய எல்லா சோதனைப் பயிற்சிகளிலும் சோதனைக்குப் பின் மகரந்தத்தூள்கள் அழிந்துவிடும். ஆனால் அணு காந்த ஆற்றல் அதிர்வு முறையில் சோதனை செய்யும் போது மகரந்தத்தூள்கள் அழியாமல் இருப்பதால் அவற்றை பயிர்பெருக்க சோதனைகளுக்கு மீண்டும் உபயோகித்துக் கொள்ளலாம். எனினும் இச்சோதனையை எளிய பரிசோதனைக் கூடங்களில் மேற்கொள்ள இயலாது.

ஆண்வழித்தாவரத்தோற்றம் (Androgenesis)

(மகரந்தத்தின் தன்னாற்றல் திறனும் ஒருமடிய கருத்தோற்றமும்)

மகரந்தத்தூள்களை ஊட்டச்சத்துள்ள ஊடகங்களில் வளர்க்கும் போது மகரந்தத்தின் தன்னாற்றல் திறன் வெளிப்படுகிறது. இத்திறன்

மகரந்தத் தூள்கள் குன்றல் பகுப்பினை அடைவதற்கு முன்போ அல்லது பகுப்படைந்த பின்னரோ பெரும்பாலும் மகரந்தத்தூள்களில் ெரிப்படுகிறது. *நிகோடியானா சில்வெஸ்டிரிஸ்* (*Nicotiana sylvestris*) தாவரங்களில் மகரந்தத்தூள்களின் இருசெல் நிலையே தகுதியானதாக உள்ளது. *அராபிடாப்சிஸ் தலியானா* (*Arabidopsis thaliana*), *லைகோபெர்சிகம் எஸ்குலண்டம்* (*Lycopersicon esculentum* – Gresshoff & Doy, 1972) போன்றவற்றில் மைக்ரோஸ்போர் தாய் செல்களில் குன்றல் பகுப்பு துவங்கும் நேரமே தன்னாற்றல் திறன் மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளது. *பெஸ்டுகா பிரெடென்சிஸ்* (*Festuca pratensis*), *லோலியம் மல்டி.'.புளோரம்* (*Lolium multiflorum*) போன்ற தாவரங்களில் நுண்வித்தகம் வெடித்து மகரந்தத்தூள்கள் மூன்று செல்கள் நிலையில் வெளியேறும் நிலையே தகுதியுடையதாக உள்ளது. இளம் மொட்டுக்களே இதற்கு ஏற்றதாகும். ஊடகத்தில் இவைகள் வளரும்போது கட்டுப்பட்ட வெப்ப நிலையிலே பகுப்பாற்றலை அதிகப்படுத்துகிறது. *பிராசிகா நெபஸ்* (Brassica napus – Keller & Stringam, 1978) மகரந்தத்தூள்கள் 10°C முதல் 15°C வெப்பநிலை பொருத்தமானதாகவும், *நிகோடியானா* மகரந்தத்தூள்களுக்கு 25°C வெப்ப நிலையும் தகுதியானதாக உள்ளது. குளிரூட்டல் (Cold treatment) முறையிலும் வெப்பநிலை அதிகரித்தல் போன்ற முறைகளிலும் மகரந்தத்தூள்களின் தன்னாற்றல் அதிகரித்து ஒருமடியத்தன்மை கொண்ட கருக்களை தோற்றுவிக்கிறது. *பிராசிகா* (*Brassica*, Dunwell et al., 1985), *காப்சிகம் ஆனம்* (*Capsicum annum*, Dumas de vaulx et al., 1982) போன்ற தாவரங்களின் மகரந்ததூள்கள் 30 - 35°C வெப்பநிலையில் 1 – 3 நாட்கள் வைத்தபின், அவை ஊடகங்களில் நன்கு வளர்ந்து ஒருமடிய கருக்களை தோற்றுவிக்கிறது. இக்கருக்கள் ஒரு மடியத் தன்மையுடையதால் ஒரு சில தாவரங்களில் நிறைய வேறுபாடுகளும், ஒரு சில தாவரங்களில் வேறுபாடு ஏதும் இல்லாமலும், வளர்ச்சி குறைந்தும் உள்ளன (Jacobson & Sopory, 1978; Schaeffer et al., 1979, Datta & Wenzel, 1987).

பெரும்பாலான அறிவியலாளர்களின் கருத்துப்படி ஒருமடிய கருக்கள் மகரந்தத்தூள்களின் உடல செல் பகுப்படைவதாலே தோன்றுகிறது என்றும், இனப்பெருக்க செல் இதில் பங்கேற்பதில்லை என்பதாகும். *நிகோட்டியானா* மகரந்தத்தூள்களில் (Sunderland & Wicks, 1971) இது நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. *டட்டூரா இன்னாக்ஸியா* வின்

(*Datura innoxia*) நுண்வித்துகள் சமமாகப் பகுப்படைந்து இரண்டு செல்களும் சேர்ந்து ஒருமடியக் கருவினை தோற்றுவிக்கின்றன. *ஹார்டியம் வல்கேர்* (*Hordeum vulgare*), *நிகோடியான டுபாக்கம்* (*Nicotiana tabacum*) போன்ற தாவரங்களில் நுண்வித்துகள் சமமற்ற முறையில் பகுப்படைந்து பின்னர் உடல்செல்லே ஒருமடியக் கருக்களை தோற்றுவிக்கிறது. *ஹையோசியமஸ் நைகர்* (*Hyocyamus niger*) நுண்வித்துகளில் சமமற்ற பகுப்பிற்குப் பின் இனப்பெருக்க செல்லே ஒரு மடியக் கருவினை உண்டாக்குகிறது. ஒருசில எடுத்துக் காட்டுகளில் நுண்வித்துக்கள் சமமற்ற முறையில் பகுப்படைந்த பின் உடலசெல் மற்றும் இனப்பெருக்க செல் இரண்டும் சேர்ந்தே ஒருமடியக் கருவினை தோற்றுவிக்கின்றன.

ஒரு சில தாவரங்களில் பகுப்படைந்த பின் உருவாகும் செல்களின் தொகுப்பு நேரடியாக ஒரு மடிய கருவினைத் தோற்றுவிக்கும். எடுத்துக்காட்டக *டட்ரா, நிகோடியானா* போன்ற தாவரங்களில் பகுப்பிற்குப்பின் கோளவடிவ கருக்கள் தோன்றி அவை முறையான வளர்ச்சி அடைந்து முதிர்ச்சியடைந்த கருவினை தோற்றுவிக்கின்றன. ஒரு சில ஊடக வளர்ப்பில் கேலஸ் (Callus) திசு தோன்றி பின்னர் இதிலிருந்து பல கருக்கள் தோன்றலாம். இந்நிலையில் செல்களுக்கிடையே இணைவு நிகழ்வதால் ஒருமடியத்தன்மை மாறி பலமையதன்மையுடைய (2n, 3n) கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இத்தன்மையைத் தவிர்க்க, தக்காளி தாவரத்தில் நுண்வித்துக்களைத் தனித்து பிரித்து (Sharp et al., 1972) ஊடகத்தில் வளர்க்கும் முறை வெற்றிகரமாக செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதனால் ஒரு மடியக் கருக்கள் மட்டுமே தோன்ற ஏதுவாகிறது.

மைக்ரோஸ்போர்களின் இருதிரிபுருப்படிவங்கள் (Pollen (Dimorphism): ஒரு சில மலர்களில் ஒரே நுண்வித்தகத்திற்குள் இருவித வடிவில் மகரந்தத் தூள்கள் இருக்கக்கூடும். இது வித்து இரு திரிபுருப்படிவம் எனப்படும். இதில் ஒரு சில வித்துக்கள் பெரியதாகவும், தரச மணிகள் நிறைந்தும், அசிடோகார்மைன் வண்ணத்தை அழுத்தமாக ஈர்த்துக் கொள்ளும் திறனுடையவைகள். ஒரு சில வித்துகள் சிறியதாகவும், நுண்குமிழ்ப் பைகள் நிறைந்தும், தரச மணிகள் இன்றியும், அசிடோகார்மைன் வண்ணத்தை ஒரு சிறிதே ஈர்த்துக் கொள்ளும் திறனுடையவைகளாகவும் உள்ளன. இதில் சிறிய வடிவ வித்துக்களே ஊடகத்தில் முளைத்து ஒருமடியத்தன்மையுடைய கருக்களை

தோற்றுவிக்க வல்லதாக உள்ளன (Wenzel et al., 1975; Rashid & Reinert, 1981).

17. அ. பெருவித்தகம் (சூல்) (மெகாஸ்பொராஞ்சியம்)

சூலக இலைகளில் **சூல்கள் அல்லது** பெருவித்தகங்கள் சூல் ஒட்டுத்திசுவுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சூலக இலைகள் இணைந்திருந்தால் அது **இணைந்த சூலக** இலை (syncarpus) நிலையென்றும் இணையாதிருந்தால் **இணையாத** சூலக **இலை** (apocarpus) நிலையென்றும் சூல்கள், சூல் ஒட்டுத்திசுவுடன் ஒட்டியிருக்கும் முறை தாவரங்களுக்கேற்ப மாறுபடுகிறது. அச்சு சூல் ஒட்டு, விளிம்பு சூல் ஒட்டு, சுவர் சூல் ஒட்டு, அடிசூல் ஒட்டு, தொங்கு சூல் ஒட்டு என இவை வேறுபடுத்தி விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு சூலும் நடுப்புறத்தில் சூல்திசு (nucellus) சூல் திசுவையும் அதனை பாதுகாப்பாகச் சூழ்ந்த வண்ணம் **சூல் உறை** அல்லது உறைகளையும் (**integuments**) பெற்றிருக்கும். இவ்வுறைகள் சூலின் கருப்பை **அமைந்**திருக்கும் பகுதியில் சூல் திசுவை மூடாமல் ஒரு துளையைக் கொண்டுள்ளது.. இது சூல் துளை (micropyle) எனப்படும். சூல்கள்

சூல்காம்புடன் இணைந்துள்ள பகுதி **ஹைலம்** (Hilum) எனப்படும். ஒவ்வொரு சூலிலும் **சூல்** துளை ஹைலம் அமைந்திருப்பதின் அடிப்படையில் பல்வேறு தரப்பட்ட சூல்வகைகளை கண்டறிந்துள்ளனர்.

1. **நேர்சூல் வகை** (Orthotropous / Atropous) : இவ்வகை சூலில் ஹைலமும், சூல்துளையும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் நீள்வாக்கில் அமைந்திருக்கின்றன. இது பாலிகோனேசி (Polygonaceae), அர்டிகேசி (Urticaceae), பைப்பரேசி (Piperaceae), போன்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மலர்களில் காணப்படுகிறது (படம். 17.1A).
2. **தலைகீழ் சூல் வகை** (Anatropous) : இவ்வகையில் சூல் தலைகீழாக கவிழ்ந்து வளர்வதால் சூல் துளையும், ஹைலமும் நெருக்கமாக, பக்கவாட்டில் அமைந்துள்ளன. இவ்வமைப்பே பெருவாரியான மலர்களில் காணப்படுகிறது (படம்.17.1B).
3. **சாய்வு சூல் வகை** (Campylotropous) : இதில் சூல் தலைகீழாக காணப்பட்டாலும் சூல் அடிப்பகுதி சாய்வாக அமைந்துள்ளது. எனவே சூல்துளையும் ஹைலமும் அருகில் அமைந்திருப்பதில்லை. லெகூமினேசி குடும்பத் தாவர மலர்களில் இவ்வகை காணப்படுகிறது (படம்.17.1C).
4. **கிடைமட்ட சூல் வகை** (Hemianatropous) : இவ்வகையில் சூல் கிடைமட்டமாக காணப்படுவதால் ஹைலமும், சூல்துளையும் ஒன்றுக்கொன்று நேர் செங்கோணத்தில் அமைந்துள்ளன. இத்தகைய சூல் *ரனன்குலஸ்* (Ranunculus), *நார்தோஸ்கோர்டம்* (Northoscordum), போன்ற பேரின மலர்களில் காணப்படுகிறது (படம்.17.1D).
5. **வளைந்த சூல் வகை** (Amphitropous): இதில் சூல் லாடம் போல் வளைந்த நிலையிலும், சூல் துளையும், ஹைலமும் தலைகீழ் சூலில் உள்ளது போல் பக்கவாட்டில் நெருங்கிய நிலையில் காணப்படுகிறது. அலிஸ்மேசி (Alismaceae), ப்யூட்டாமேசி (Butomaceae) போன்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மலர்களில் இவ்வகை சூல்கள் அமைந்துள்ளன (படம். 17.1E).

ஒரு சில பேரினங்களில், குறிப்பாக பிளம்பேகோ கேபன்சிஸ், ஓபன்ஷியா போன்ற தாவர மலர்களில் தலைகீழ் சூலினுடைய சூல்காம்பு **ப்யூனிகிள்** (funiculus) தொடர்ந்து வளர்வதால் சூல் மற்றுமொருமுறை

வளைந்த நிலையில் காணப்படுகிறது (படம்.17.2 A-F). இது சர்சினோட்ரோபஸ் சூல் வகையாகும்.

சூல் உறைகள் (Integuments) : பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் சூல் இரண்டு உறைகள் அல்லது பாதுகாப்பு அடுக்குகளைக் கொண்டுள்ளது (படம். 17.3D). ரெனென்குலேசி (Ranunculaceae), ரோசேசி (Rosaceae), கொன்னரேசி (Connoraceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் இரண்டு சூல் உறைகளும் இணைந்து ஒன்றாக ஓர் உறையாகக் காணப்படுகிறது. ரஃப்ளீசியேசி (Rafflesiaceae), சாலிகேசி (Salicaceae) போன்ற குடும்பங்களில் ஏதாவது ஒரு உறை வளர்ச்சியின் போது மறைந்து விடுவதால் ஓர் உறை மட்டுமே காணப்படுகிறது.

சில சூல்களில் கருவுருதலுக்குப் பின்பு மூன்றாவது அமைப்புகளும் சூல் உறைகளில் இருந்து தோன்றுகின்றன. *அஸ்ஃபோடிலஸ்* (*Asphodalus*), *ட்ரையான்திமா* (*Trianthema*), *அக்ரோட்ரீமா* (*Acrotrema*), *பித்தசெலோபியம்* (*Pithacellobium*) சூல்களின் அடிப்புறத்தில் உள்ள சூல் காம்பு மேற்புறமாக சதைப்பற்றுள்ள பகுதியாக வளர்கிறது. இது ஏரில் (Aril) எனப்படும். கனங்கா (*Cananga*), ரெசினஸ் (Ricinus - ஆமணக்கு) சூல்களில் சூல்துளைப் பகுதியிலிருந்து பின்நோக்கி முண்டு போன்ற ஓர் அமைப்பு வளர்கிறது. இது சூல்துளைமுண்டு (Caruncle) எனப்படும். *ப்ரன்ஸ்விஜியா* (*Brunsvigia*), *அமாரில்லிஸ் பெல்லடோனா* (*Amaryllis belladonna* – Hopmeister, 1861), *சோப்ராலியா மைக்ரான்தா* (*Sobralia micrantha* – Treub, 1879) மலர்களில் உள்ள சூல் உறைகள் பசுங்கணிகங்களைப் பெற்றுள்ளன. மேலும் *கிளாடியோலஸ் கம்யூனிஸ்* (*Gladiolus communis*), *லிலியம் மார்டகான்* (*Lilium martagen*), *மொரிங்கா டெரிகோஸ்பெர்மா* – போன்ற தாவர சூலுறைகளிலும் பச்சையம் நிறைந்த குளோரெங்கைமா திசு காணப்படுகிறது.

சூல் துளை : சூலுறைகள் சூல் திசுவின் நுனிப்புறத்தில் சூல் திசுவை மூடாமல் ஒரு சிறு துளையை ஏற்படுத்துகின்றன. அது சூல்துளை எனப்படும். சூலுறைகள் இரண்டாக இருக்கும்போது உள்உறையாலோ அல்லது வெளியுறையாலோ அல்லது இரு உறைகளாளோ சூல்துளை சூழப்பட்டிருக்கும். *லிலியம் டிக்ரினம், கனாங்கா* சூல்களில் சூலில் உள்ளுறை மைக்ரோபைலை அமைக்கிறது (படம். 17.3A-D).

பான்டிடெரியேசி (Pontederiaceae) குடும்ப மலர்களில் உள்ள . சூல்களில் இரு சூலுறைகளும் ஒருங்கே அமைந்து சூல் துளையை ஏற்படுத்துகின்றன. போடாஸ்டோமேசி (Podostemaceae), ராம்னேசி (Rhamnaceae), யூ.ஃபோர்பியேசி (Euphorbiaceae) போன்ற குடும்பங்களின் சூல்களில் வெளியுறை மட்டுமே சூல் துளையை உண்டாக்குகின்றது. சூல்களின் வெளியுறை நுனி *எக்சோஸ்டோம்* (Exostome), உள்ளுறை நுனி *எண்டோஸ்டோம்* (Endostome) எனப்படும். எக்சோஸ்டோம், எண்டோஸ்டோம் ஒருங்கே அமைந்து நேரான தொடர் துளையாக அமையும். ***அக்ரோட்ரிமா மெலஸ்டோமா*** போன்றவற்றில் எக்சோஸ்டோம், எண்டோஸ்டோம் நேர்கோட்டில் அமையாமல் இருப்பதால் சூழ்துளைக் குழாய் கோணலாய் அமைந்திருக்கும். ***ஃபைகஸ்*** போன்ற தாவரங்களில், சூல் துளை மிக நுண்ணியதாக எளிதில் புலப்படாதவண்ணம் உள்ளது.

சூல்திசு :சூலுறைகளுக்கு உட்புறத்தில் காணப்படும் திசு சூல்திசு எனப்படும். சூல் திசுவின் அளவு, வளர்ச்சி அடிப்படையில் இரு வகை சூல்கள் உள்ளன. முதல்வகை கிராசிநியூசெல்லஸ் (Crassinucellate) என்பதாகும் (படம். 17.4). இதில் உறையடுக்கின் அடி அடுக்குத் திசு அதிக வளர்ச்சி அடைவதால் பெருவித்து தாய்செல் உட்பொதிந்து காணப்படுகிறது. இரண்டாம்வகை டெனுய்யிநியூசெல்லஸ் (tenuie-nucellate) ஆகும் (படம். 17.5). இவ்வகையில் உறையடுக்குத் திசு ஒரே ஒரு படலம் மட்டும் கொண்டிருப்பதால் (புறத்தோல்) பெருவித்து செல் புறத்தோலை ஒட்டி அமைந்துள்ளது.

கிராசிநியூசெல்லஸ் வகை, உறையடுக்கு செல்கள் அதிக அளவு பகுப்படைவதாலோ அல்லது சூல்திசுவின் புறத்தோல் அடுக்குகள் பரிதிக்கு இணைப்போக்கில் பகுப்படைவதாலோ உண்டாகிறது. ***சிஸிபஸ்*** (*Ziziphus*), ***குவிஸ்குவாலிஸ்*** (*Quisqualis*) போன்ற தாவரங்களின் சூல்களில் மேற்கூறிய இருவளர்ச்சிகளுமே காணப்படுகிறது. சாலிகேசி (Salicaceae), நிக்டாஜினேசி (Nyctaginaceae), யு.ஃபோர்பியேசி (Euphobiaceae), பாலிகோனேசி (Polygonaceae), க்யூக்கர்பிட்டேசி (Cucurbitaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் உள்ள சூல்களில் சூல் திசுவின் நுனிப்பகுதி சூல்துளை வழியாக நீண்டு சூலுறைக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

டெனுாய்யிநியூசெல்லஸ் வகை சூல் திசு, சூலுறைகளின் தொடக்கத்தில் நுனிக்கருகாமையிலேயோ அல்லது சூல் திசு நீண்டு சூலுறைகளின் தொடக்கமாகிய அடிப்புறத்திலிருந்தோ காணப்படலாம். முதல் வகை ஆஸ்க்ளபியடேசி குடும்பத்திலும் இரண்டாம் வகை ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்திலும் காணப்படுகிறது.

கருப்பை வளர்ச்சியடையும் போது சூல் திசு சிறுகச் சிறுக மறைந்துவிடுகிறது. லொரான்தேசி (Loranthaceae), பலனோ:.போரேசி (Balanophoraceae) போன்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் சூலுறைகள் காணப்படுவதில்லை.

சூலுறைடபீட்டம் (Integumentary tapetum): சூல் திசு விரைவில் மறைந்து விடும் தாவரங்களில் சூலுறையின் உள் அடுக்கு டபீட்டமாக செயல்படுகிறது. இது எண்டோதீலியம் (Endothelium) என்றும் அழைக்கப்படும் (படம். 17.6). இச்செல்கள் ஆரப்போக்கில் நீட்சியடைந்து, அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசத்தோடும், உட்கரு பகுப்புறுவதால் ஒரு சில தாவரங்களில் இரு உட்கருவினைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றன. இவை வளரும் கருப்பைக்கு உட்டமளிக்கும் அடுக்காக மாறிவிடுகிறது. இது நுண்வித்தக டபீடத்தை ஒத்திருப்பதால் சூலுறை டபீட்டம் என அழைக்கப்படுகிறது (படம். 17.8. A - C). கருப்பை முழு வளர்ச்சியடைந்த பிறகு இவ்வடுக்கில் உள்ள செல் சுவர்கள் க்யூட்டின் படிவதால் தடிப்புற்றுவிடுகிறது. இந்நிலையில் இது பாதுகாக்கும் பணியை மேற்கொள்கிறது. (*லோபிலியா டிரைகோனா - Lobelia trigona*)

ஹைறப்போஸ்டேஸ் (Hypostase): சில தாவரங்களில் கருப்பையின் அடிப்புறம் சூலுறைகள் தொடங்கும் இடத்தின் பக்கம் காணப்படும் சூல் திசு லிக்னின் அல்லது சுபரின் படிவதால் தடிப்புற்று விடுகிறது. இத்திசு சூலின் பணியை ஒழுங்குபடுத்துகிறது என்ற கருத்து நிலவுகிறது. (கிபெல் - Goebel, 1933). சில தாவரங்களில் இத்திசு தடிப்புறாமல் மென்சுவரோடும், செல் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகுவதால் இடைவெளிகளையும் கொண்டுள்ளது. இந்நிலையில் இது நொதிகளைச் சுரக்கும் அமைப்பாக இருக்கலாம் என கருதப்படுகிறது. இத்திசு ஹைறப்போஸ்டெஸ் (Hypostase) எனப்படும் (படம். 17.6.7).

எபிஸ்டேஸ் (Epistase) : சில தாவரங்களில் சூல்திசுவின் மேற்புறம், **சூல் துளை அமைந்துள்ள பகுதியில் தனிப்பட்ட ஒரு திசுத் தொகுப்பு, சூல்** திசுவின் புறத்தோல் செல்களிலிருந்து தோன்றுகிறது. இச்செல்கள் ஆரப்போக்கில் நீட்சியடைந்து, சூபரின் படிவதால் தடிப்புற்று விடுகிறது. இது எபிஸ்டேஸ் எனப்படும். சில சமயம் இச்செல்கள் குறுக்குப்போக்கிலும் பகுப்புற்று ஒரு தொப்பி போன்ற அமைப்பாகக் காணப்படும். இது சூல்திசு தொப்பி (Nucellar cap) எனப்படும். கருப்பையின் மேல் பக்கத்தில் இத்தொப்பி நிலைத்து காணப்படுகிறது.

லெம்னா (*Lemna*) தாவரத்தில் இரு சூலுறைகளின் நுனிகளும் வளர்ந்து பகுப்புற்று ஒரு மூடிபோல் நியூசெல்லஸ் மேல் காணப்படுகிறது. **இது சூல் மூடி** (operculum) எனப்படும்.

சூலக இலைகளில் காணப்படும் வெண்ட்ரல் வாஸ்குலக் கற்றைகளே, சூல்களுக்கு வாஸ்குல இழுவைகளாகச் செல்கின்றன. இவ்விழுவைகள் சூலின் அடிப்புறம் சலாசா திசுவில் முடிவுறும். சூலுறைகளில் வெளிஉறையில் இழுவைகள் எளிமையாகவோ, வலைப்பின்னலாகவோ காணப்படும். சூல் திசுவில் மிக அரிதாக வாஸ்குலத் திசு காணப்படும். எடுத்துக் காட்டாக *அகேவ், அஸ்க்ளிபியாஸ், மாக்னேலியா, அகாலிஃபா, கேசுரைனா* போன்ற சில தாவரங்களில் சூல் திசுவில் வாஸ்குலத் திசு காணப்படுகிறது.

ஆர்கிஸ்போரியம் (Archesporium): இது சூல் திசுவின் புறத்தோல் அடி அடுக்கிலிருந்து தோன்றுகிறது. இச்செல் அமைப்பிலும், அளவிலும் பெரியதாகவும், அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசத்தை பெற்றும், மிகப் பெரிய உட்கருவுடன் காணப்படுகின்றது. இது முதனிலை **ஆர்கிஸ்போரிய செல்** (Primary archesporial cell) எனப்படும். இச்செல் குறுக்குப் பகுப்படைந்து, வெளிப்புறம் முதனிலை உறையடுக்கு செல்லையும் (Primary parietal cell) உட்புறம் முதனிலை வித்து உண்டாக்கு செல்லையும் (Primary sporogenous cell) தோற்றுவிக்கிறது. முதனிலை பெரைட்டல் உறையடுக்கு செல் உறையடுக்கு திசுவை தோற்றுவிக்கும். முதனிலை வித்து உண்டாக்கு செல் பெரும்பாலும் பெருவித்து தாய் செல்லாக செயல்படும். மால்வேசி குடும்பத் தாவரங்களில் முதனிலை வித்து உண்டாக்கு செல் பல செல்களைத் தோற்றுவித்து, அதில் ஒரு செல் பெருவித்து தாய் செல்லாக செயலாற்றும். *ஆன்சிடியம்* (Oncidium) சூல்களில் சூல் திசுவின் புறத்தோல் செல்களில் **ஒன்று** பெருவித்து (மெகாஸ்போர்) தாய்

செல்லாக மாறிவிடுகிறது. *சோலானம்* (Solanum), *லிம்னான்தஸ்* (Limnanthes) போன்ற தாவர சூலகங்களில் சூலுறைச் செல்லே பெருவித்து தாய் செல்லாக செயலாற்றுகிறது, *அம்பலி∴பெரே* (Umbelliferae), *ஆர்க்கிடேசி* (Orchidaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் உறையடுக்கு திசு தோற்றுவிக்கப்படுவதில்லை.

பெருவித்து தோற்றுதல் (Megasporogenesis): பெருவித்து (மெகாஸ்போர்) தாய் செல் குன்றல் பகுப்பினை (மியாசிஸ்) அடைந்து நான்கு ஒற்றைமடியத் தன்மை கொண்ட நான்கமைவித்துக்களை தோற்றுவிக்கிறது. பெருவித்து தாய் செல் தொடர்ந்து குறுக்காகவே பகுப்படைவதால் ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக நான்கு செல்கள் உண்டாகின்றன. பெருவித்துக்களின் அமைவு சிற்றின அளவில் வேறுபடுகிறது. ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாக ஒரு வரிசையில் இருந்தால் அது **நேர்கோட்டு அமைவு** (linear) எனப்படும். பெருவித்து தாய் செல் முதலில் குறுக்கு பகுப்படைந்து இரு செல்களைத் தோற்றுவிக்கும். இது **இருசெல்நிலை** (dyad cells) எனப்படும். இதில் மேற்புற செல் நீள் வாக்கிலும், கீழ்ப்புற செல் குறுக்காகப் பகுப்படையும் போது **நேர் T** அமைவில் நான்கமைவித்துத் தன்மை காணப்படும். இரு செல் நிலையில் மேற்புற செல் குறுக்காகவும், அடிப்புற செல் நீள்வாக்கிலும் பகுப்படைந்தால் அது **தலைகீழ் ⊥** அமைவு எனப்படும். இவ்வகை நான்கமை வித்துக்கள் *அனோக்ரா* (*Anogra*), *லுட்விஜியா* (*Ludwigia*) போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவையல்லாமல் இருசமபக்க அமைவு (Isobilateral), நாற்பக்க பிழம்புரு அமைவு (Tetrahedral), குறுக்கு மறுக்கு (decussate) அமைவு போன்ற வேறுபட்ட அமைவுகளும் காணப்படுகின்றன. ஒரே தாவரத்தில் இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட (*அரிஸ்டலோகியா* - *Artistolochia*) அமைவு முறைகள் காணப்படலாம்.

பெருவித்துத்தோன்றல் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படும் நான்கு வித்துக்களில், பெரும்பாலும் சலாசா பக்கம் உள்ள பெருவித்து மட்டுமே மேலும் பகுப்படைந்து கருப்பையை அதாவது ஒரு பெருவித்து கருப்பையை (Monosporic embryosac) தோற்றுவிக்கிறது. ஏனைய மெகாஸ்போர்கள் சிறுகச்சிறுக மறைந்துவிடுகின்றன. அரிதாக, *லாங்ஸ்டார்∴பியா* (*Longsdorffia*), *பலனா∴போரா* (*Balanophora*), *ரோஜா* (*Rosa*) போன்ற தாவரங்களில் சூல் துளை பக்கமுள்ள பெரு வித்து, கருப்பையைத் தோற்றுவிக்கிறது. *குளோரியோசா* (*Gloriosa*), *போவா* (*Poa*) மற்றும் *காசுவரினா* (*Casuarina*) போன்ற தாவரங்களில்

ஏதேனும் ஒரு பெருவித்து கருப்பையைத் தோற்றுவிக்கிறது. ***ரோசுலேரியா*** (*Rosularia*), ***செடம்*** (*Sedum*) மற்றும் ***ருபியேசி*** குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் பெருவித்துக்கள் பக்கவாட்டில் குழல் போல் நீண்டு மேல் நோக்கி வளர்ந்து **பெருவித்துஉறிஞ்சு உறுப்பு** என்ற அமைப்பினைத் தோற்றுவிக்கிறது (படம். 17.9)..

பெருவித்து தாய் செல்களில் குன்றல் பகுப்பு நடைபெறும் போது குறுக்கு சுவர் இரண்டு உட்கரு நிலையில் தோன்றுவதால் ஒவ்வொரு செல்லும் இரு உட்கரு (dyad) நிலையிலுள்ளதாகக் காணப்படும். இதில் ஒரு செல் கருப்பையை தோற்றுவிக்கும். **இது இரு பெருவித்து கருப்பை** (Bisporic embryosac) எனப்படும். சில சமயம் நான்கு உட்கரு தோன்றிய பின்பும் குறுக்குச் சுவர் தோன்றாமல் நேரடியாக அச்செல் கருப்பையை உண்டாக்கும். **இது நான்கு பெருவித்து கருப்பை** (Tetrasporic embryo sac) எனப்படும்.

ஆ. பெண் கேமீட்டகத் தாவரம் (Female Gametophyte)

பெருவித்திலிருந்து உருவாகும் முழு வளர்ச்சியடைந்த கருப்பையே ஆஞ்ஜியோஸ்பெர்ம் தாவரங்களின் **பெண்கேமீட்டகத் தாவரம்** எனப்படும். பெண்கேமீட்டகத் தாவரம், ஒரு **பெருவித்துக் கருப்பை** வகையிலிருந்தோ, **இருபெருவித்துக் கருப்பை** வகையிலிருந்தோ அல்லது நான்கு பெருவித்துக் **கருப்பை** வகையிலிருந்தோ தோற்றுவிக்கப்படலாம். கருப்பை வளர்ச்சியில் அண்டசெல் உருவாகும் வரை பெருவித்துவின் உட்கருக்கள் எத்தனை முறை பகுப்படைகிறது, எத்தனை உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன என்பதின் அடிப்படையில் பல உட்பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வுட்பிரிவுகள் எந்தெந்த தாவரத்தில் அறியப்பட்டதோ, அதே தாவரத்தின் பெயரால் குறிப்பிடப்படுகிறது,

ஒருபெருவித்துக் கருப்பை வளர்ச்சியில் **பாலிகோனம் வகை** (Polygonum type), **ஈனோதீரா வகை** (Oenothera type) என இரு உள்வகைகள் காணப்படுகின்றன. பாலிகோனம் வகையில் எட்டு உட்கருக்கள் தோன்றிய பின் அண்டம் வேறுபாறுகிறது. **ஈனோதீரா** வகையில் நான்கு உட்கரு நிலையிலேயே அண்டம் வேறுபாடுறத் தொடங்குகிறது.

இருபெருவித்துக் கருப்பை வளர்ச்சி அல்லியம் வகை (Allium type) எனப்படும். இதில் எட்டு உட்கருக்கள் தோன்றியபின் அண்டம் வேறுபாடுறுகிறது.

நான்கு பெருவித்துக் கருப்பை வளர்ச்சியில் ஏழு உள்வகைகள் உள்ளன. அவை முறையே : 1. *பெப்பரோமியா* (*Peperomia*), 2. *பினேயா* (*Penaea*), 3. *டுருசா* (*Drusa*), 4. *ஃபிரிட்டிலேரியா* (*Fritillaria*), 5. *பிளெம்பாகோ* (*Plumbago*), 6. *பிளம்பாஜெல்லா* (*Plumbagella*), 7. *அடோக்சா* (*Adoxa*) போன்ற வகைகள் ஆகும். மேற்கூறிய வகைகளில் நான்கு பெருவித்து உட்கருக்களும் ஒரு முறை அல்லது இருமுறை பகுப்படைந்து எட்டு அல்லது பதினாறு உட்கருக்களை பெறுகின்றன. பின்னர் வேறு சில வளர்ச்சிப் பண்புகளின் அடிப்படைகளில் மேற்கூறிய உள்வகைகள் அறியப்பட்டுள்ளன (படம். 17.10).

பாலிகோனம் வகை (படம். 17.11A): பெரும்பாலான பூக்கும் தாவரங்களில் இவ்வகை கருப்பையே காணப்படுகிறது. முதலில் பெருவித்து நீண்டு பெரிதாகிறது. நடுவில் காணப்படும் உட்கருவின் இருபக்கமும் அதாவது சலாசா பக்கமும், சூல் துளை பக்கமும் இரு நுண்குமிழ்ப் பைகள் தோன்றுகின்றன. இந்நிலையில் உட்கரு பகுப்படைந்து சூல் துளை பக்கம் ஒன்றும் சலாசா பக்கம் ஒன்றுமாக நகர்ந்துவிடுகிறது. இரு நுண்குமிழ்ப் பைகளும் ஒன்றாக இணைந்து நடுவில் மிகப்பெரிய நுண்குமிழ்ப்பையாகிவிடுகிறது. நுண்குமிழ்ப்பையைச் சூழ்ந்த வண்ணம் சைட்டோபிளாசம் மெல்லிய படலமாகக் காணப்படும். இரு முனைகளிலும் உள்ள உட்கருக்களும் பகுப்படைந்து நான்கு உட்கருவாகிறது. இந்நான்கு உட்கருக்களும் மீண்டும் ஒரு முறை பகுப்படைந்து எட்டு உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. கருப்பையும் வளர்ந்து கொண்டு வருவதால் சூல் திசு செல்கள் சிறிது சிறிதாக மறைய ஆரம்பிக்கிறது. சூல் துளை பகுதியில் உள்ள நான்கு உட்கருக்களில் மூன்று அண்ட சாதனமாகவும் (egg apparatus), சலாசா பகுதியில் உள்ள நான்கு உட்கருக்களில் மூன்று எதிரடிச் செல்களாகவும் (antipodal) (antipodal) வேறுபாடுறுகின்றன. எஞ்சியுள்ள இரு முனைவு உட்கருக்களும் (Polar nuclei) நடுப்பகுதிக்கு நகர்ந்து ஒன்றாக இணைகின்றன. இது இரண்டாம் நிலை உட்கரு (Secondary nucleus) எனப்படும் அல்லது இணையாமல் காணப்படுகின்றன. ஒரு சில தாவரங்களில் எடுத்துக்காட்டாக *ஃபேஜஸ்* (*Phajus*), *ஜியோடோரம்* (*Geodorum*), *பல்போஃபில்லம்* (*Bulphophyllum*) போன்றவற்றில்

கருப்பையில் சலாசாவில் உள்ள இரு உட்கருக்களும் பகுப்படையாமல் **ஆறு** உட்கரு நிலையிலே கருப்பை காணப்படும்.

மிக அரிதாக கருப்பையில் எட்டு உட்கருக்களுக்கும் **அதிகமான** எண்ணிக்கையில் உட்கருக்கள் தோன்றக்கூடும். அது **கீழ்க்காணும்** முறைகளினால் ஏற்படுகிறது. ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கருப்பைகள் இணைவதாலோ அல்லது சூல் திசு செல்களின் உட்கருக்கள் நகர்ந்து கருப்பைக்குள் செல்லுவதாலோ அல்லது கருப்பையின் உட்கருக்கள் பகுப்படைவதாலோ நடைபெறக் கூடும். காசுவரினேசி (Casuarinaceae), லொரான்தேசி (Loranthaceae), ரோசேசி (Rosaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் பல ஆர்கிஸ்போரிய செல்களும், பல நான்கமை பெருவித்துகளும் தோன்றி கருப்பையாக வளரும் போது, அருகாக அமைந்திருக்கும் கருப்பைகளின் செல்சுவர் மறைவதால் கருப்பை இணைந்து எட்டிற்கும் மேற்பட்ட உட்கரு நிலையடைகிறது. கருப்பை வளர்ச்சியின் போது சூல் திசு செல்கள் சிறுகச் சிறுக மறையும் போது ஒரு சில உட்கருக்கள் கருப்பையினுள் சென்றுவிடுகிறது. *ஹெடிக்கியம்* (*Hedychium*), *பாண்டானஸ்* (*Pandanus*) போன்ற தாவரங்களில் சூலுறையின் அடிப்புறம் சூலுறை தொடங்கும் ஹைபோஸ்டேஸ் பகுதியிலுள்ள செல்களில் காணப்படும் உட்கருக்கள் கருப்பையின் அடிப்புறம் ஒரு தொகுப்பாக இருக்கும் போது இடைப்பட்ட செல்சுவர் மறைந்து விடுவதால் இவை கருப்பையின அடிப்புறத்தில் தங்கிவிடுகின்றன. பாண்டானஸ் தாவரத்தில் கருப்பை உட்கரு பகுப்படையும் போது இவைகளும் பகுப்படைகின்றன. எனவே அண்ட சாதனம் ஒற்றைமடியத் தன்மை கொண்ட உட்கருக்களாகவும், எதிரடிச் செல்கள் பக்கம் உள்ள உட்கருக்கள் இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

கருப்பையில் உள்ள எட்டு உட்கருக்கள் மீண்டும் பகுப்படைந்து உட்கருக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பது அரிதாகவே காணப்படுகிறது. *கிராசுலா ஷ்மிட்டி* (*Crassula schmidii*), *அம்பிளிகஸ் இண்டர்மீடியஸ்* (*Umblicus intermedicus*) போன்றவற்றில் கருப்பை உட்கருக்கள் நான்காம் முறை பகுப்படைவதால் பதினாறு உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. *நிக்கோட்டியானா*வில் (*Nicotiana*) ஒன்பது முதல் பதினாறு உட்கருக்கள் கருப்பையில் காணப்படுகின்றன.

ஈனோதீரா வகை (Oenothera type படம். 17.11B) : ஒனக்ரேசி (Onagraceae) குடும்பத் தாவரங்களில் **சூல்திசு** பக்கமாக **உள்ள**

பெருவித்தில் இருந்து கருப்பை தோன்றுகிறது. கருப்பையில் சூல் துளை பக்கத்தில் உள்ள உட்கரு மட்டும் இருமுறை பகுப்படைந்து நான்கு உட்கருக்களைத் தோற்றுவிக்கும். இவற்றில் மூன்று அண்ட சாதனமாகவும் ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் செயல்படுகிறது. எதிரடிச் செல்களும், மற்றுமொரு முனைவு உட்கருவும் தோன்றுவதே இல்லை. எனவே கருப்பை நான்கு உட்கரு கொண்ட நிலையிலேயே காட்டுகிறது.

அல்லியம் வகை (Allium type படம். 17.12A) : இருபெருவித்துக் கருப்பை தோன்றுவதை ஸ்ட்ராஸ்பர்கர் (Strasburger, 1879) *அல்லியம் ஃபிஸ்டுலோசம்* (*Allium fistulosum*) தாவரத்தில் இருப்பதை விவரித்துள்ளார். இதன் பிறகு பலதாவரங்களில் இவ்வகை இருப்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. *அல்லியம் சீபா* (*Allium cepa*) தாவரத்தில் பெருவித்துத் தாய் செல் இரு இரட்டையமை செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதில் ஒரு செல் செயல்பட்டு எட்டு உட்கரு நிலை கொண்ட கருப்பையாக வளர்கிறது. மற்றொரு செல் சிதைந்து மறைந்து விடுகிறது. இருபெருவித்துக் கருப்பை பொடஸ்டமேசி (Podostemaceae), பியூட்டமேசி (Butomaceae), அலிஸ்மேசி (Alismaceae), பலனோஃபோரேசி (Balanophoraceae), லில்லியேசி (Liliaceae), அமாரில்லிடேசி (Amaryllidaceae), ஆர்க்கிடேசி (Orchidaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. லொரான்தேசி (Loranthaceae) குடும்பத்தின் ஒரு சில பேரினங்களான *ஜினலோவா* (*Ginalloa*), *கோர்த்தால்செல்லா* (*Korthalsella* படம்.17.12.B), *விஸ்கம்* (*Viscum*) போன்ற தாவரங்களில் இரு பெருவித்துக் கருப்பை வளைந்து வளர்ந்து, சூல் திசுவை விட்டு வெளி வந்து சூலகத் திசுவின் ஊடே வளர்ந்து சூல் தண்டினுள் பல்வேறு உயரம் வரை செல்கிறது. எல்லாவற்றிலும் மேல் நுனியில் தான் அண்ட சாதனம் காணப்படும். *மேக்கேயேரோகார்பஸ் கலிஃபோர்னிகஸ்* (*Machacrocorpus californicus*, படம்.17.12C) தாவரத்தில் நான்கு உட்கரு நிலைக்குப் பின் சூல் துளைக்கு பக்கமுள்ள உட்கருக்கள் மட்டுமே பகுப்புற்று ஆறு உட்கரு கருப்பை உண்டாகிறது.

பெப்பரோமியா வகை (Peperomia type படம்.17.13. **A,B)** : *பெப்பரோமியா பெல்லுசிடா*, (*Peperomia pellucida*) *பெ. ஹிஸ்பிருலா* தாவரத்தில் கேம்பெல் (Campbell) என்பவரும் ஜான்சன் (Johnson) என்பாரும் நான்கு பெருவித்துக் கருப்பை வளர்ச்சியை விவரித்துள்ளனர்.

பெருவித்துத் தாய் செல் குன்றல் பகுப்படைந்து நான்கு ஒற்றைமடிய உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இவை நான்கும் மீண்டும் இரு முறை பகுப்படைந்து பதினாறு ஒற்றைமடிய உட்கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவற்றில் சூல்துளைப் பக்கமுள்ள இரு உட்கருக்கள் அண்ட சாதனமாகவும், எட்டு உட்கருக்கள் இணைந்து செகண்டரி உட்கருவாகவும், ஆறு உட்கருக்கள் எதிரடிச்செல்களாகவும் செயல்படுகின்றன.

பினேயா வகை (Penea type) : ஸ்டீ.ஃ.பென்ஸ் (1909) எனும் அறிவியலாளர், பினேயேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த *பினேயா* (*Penacea*), *பிராக்கிசை.ஃ.பான்* (*Bryachysiphon*), *சார்கோகொல்லா* (*Sarcocolla*, படம்.17.14A) போன்ற தாவரங்களின் கருப்பை வளர்ச்சியை விவரித்துள்ளார். கருப்பையில் பதினாறு உட்கருக்கள் தோன்றிய பின் நான்கு சூல் துளை பக்கமும், நான்கு சலாசா பக்கமும் மற்ற எட்டு உட்கருக்களில் நான்கு, நான்காக கருப்பையின் பக்கவாட்டிலும் நான்கு தொகுப்பில் அமைகின்றன. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் மூன்று உட்கருக்களும் இணைந்து நடுப்பகுதியில் இரண்டாம் நிலை உட்கருவாகவும் உருவாகின்றன. நான்கு அண்ட சாதனங்கள் இருந்தாலும் சூல்துளை பக்கம் உள்ள அண்டசாதனம் மட்டுமே செயலுள்ளதாகக் காணப்படும். இவ்வகை கருப்பை வளர்ச்சி மால்பிஜியேசி (Malpighiaceae), யு.ஃ.போர்பியேசி (Euphorbiaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

டுருசா வகை (Drusa type) :ஹேகன்சன் (Hakansson, 1923) எனும் அறிவியலார் அம்பல்லி.ஃ.பெரே குடும்பத்தைச் சார்ந்த *டுருசா* ஆப்போசிட்டி.ஃ.போலியா (*Drusa oppositifolia*, படம். 17.14B) தாவரத்தில் பதினாறு உட்கரு கொண்ட கருப்பை வேறு வகையாக அமைந்திருப்பதை கண்டறிந்துள்ளார். பெருவித்துத் தாய் செல்லில் குன்றல் பகுப்பு முடிந்தவுடன் ஒன்று மட்டும் சூல்துளை பக்கமும் ஏனைய மூன்றும் சலாசா பக்கமுமாக 1+3 என அமைகிறது. அடுத்த பகுப்பில் 2+6 ஆகவும் தொடர்ந்து பகுப்படையும்போது 4+12 எனவும் காணப்படும். சூல்துளைப் பக்கமுள்ள நான்கு உட்கருக்களில் மூன்று அண்டசாதனமாகவும் ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் செயல்படும். சலாசா பக்கமுள்ள பன்னிரண்டு உட்கருக்களில் பதினொன்று எதிரடிச் செல்களாகவும், ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் செயல்படுகிறது, இருதுருவ உட்கருக்களும் இணைந்து இரண்டாம்நிலை உட்கருவாக ஒருங்கிணைந்து விடுகின்றன. மேற்கூறிய கருப்பை வளர்முறை

மெலோட்டஸ் ஜபோனிகஸ் (*Mallotus japonicus*), *மெய்யான்திமம் பை:போலியம்* (*Mianthemum biflolium*, படம்.17.14.C.1-8), *குருசியனெல்லா லேட்டி:போலியான* (*Crucianella latifolia*), *ருபியா ஒலிவிரியை* (*Rubia oliverii*) போன்ற தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது. *கிரைசான்திமம்* (படம்.17.14.B.2-8) போன்ற தாவரத்தில் 12 உட்கருக்களே தோன்றுகின்றன.

:.பிரிட்டிலேரியா வகை (Fritillaria type, படம்.17.15.A) : பாம்பாசியோனி (Bambacioni, 1928) இவ்வகை கருப்பை வளர்ச்சியை தெளிவுற விளக்கியுள்ளார். இவர் *:.பிரிட்டிலேரியா*, *லிலியம்* (*Lilium*) ஆகிய இரு தாவரங்களில் கருப்பை வளர்ச்சியில் துவக்கத்தில் நான்கு உட்கருக்களும் 1+3 அமைப்பில் உள்ளன என்பதைக் கண்டறிந்தார். பின்னர் சூல் துளை பக்கம் உள்ள உட்கரு மட்டும் பகுப்படைந்து இரு ஒற்றைமடிய உட்கருக்களை தோற்றுவிக்கிறது. சலாசா பக்கத்தில் உள்ள மூன்று உட்கருக்களும் பகுப்புறும் போது ஸ்பிண்டில்கள் ஒருங்கிணைந்து கொள்வதால் இரண்டு பெரிய மூன்றுமடியத் தன்மை கொண்ட உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இந்நிகழ்வு பாம்பாசினோனி நிகழ்வு எனப்படுகிறது. பின்னர் இந்த நான்கு உட்கருக்களும் ஒரு முறை பகுப்படைகின்றன. சூல் துளை பக்கம் தோன்றிய ஒற்றைமடிய உட்கருக்கள் நான்கில் மூன்று உட்கருக்கள் அண்ட சாதனமாகவும், ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் செயல்படும். சலாசா பக்கம் தோன்றிய நான்கு மூன்றுமடிய உட்கருக்களில் மூன்று எதிரடிச்செல்களாகவும், ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் செயலாற்றும் முனைவு உட்கருக்கள் பின்னர் இணைந்து இரண்டாம் நிலை உட்கருவாக மாறுகின்றன. மேற்கூறிய கருப்பை வளர்ச்சி *பைப்பர்* (*Piper*), *மிரிகேரியா* (*Myricaria*), *டமரிக்ஸ்* (*Tamarix*), *ட்யூலிபா* (*Tulipa*) போன்ற தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது,

பிளம்பாஜெல்லா வகை (Plumbagella type, படம்.17.15.B) : இவ்வகை வளர்ச்சியை :.பேகர்லிண்ட் (Fagerlind) என்பவர் பிளம்பாஜெல்லா மைக்ரான்தா எனும் தாவரத்தில் கண்டறிந்துள்ளார். இதில் பெருவித்து உட்கருக்கள் 1+3 அமைப்பில் காணப்படும். சூல்துளை அருகு உட்கருவும் சலாசா அருகு உட்கருக்களும் பெரிய நுண்குமிழிப்பையால் பிரிக்கப்படுகின்றன. சலாசா உட்கரு மூன்றும் ஒருங்கிணைந்து ஒரு மூன்றுமடிய உட்கருவாகிறது, பின்னர் சூல்துளை பக்கமுள்ள ஒற்றைமடிய உட்கரு பகுப்படைந்து இரு ஒற்றைமடிய உட்கருக்கள்

தோன்றுகின்றன, இதில் ஒன்று அண்டமாகவும், ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் செயல்படும். சலாசா பக்கமுள்ள மூன்றுமடிய உட்கரு பகுப்படைந்து இரு மூன்றுமடிய உட்கருக்களைத் தோற்றுவிக்கும். இதில் ஒன்று எதிரடிச் செல்லாகவும் மற்றொன்று முனைவு உட்கருவும் ஆகும். பின்னர் இரு முனைவு உட்கருக்களும் இணைந்து இரண்டாம் நிலை உட்கரு உண்டாகிறது.

அடோக்சா வகை(Adoxa type) : **ஜோன்சன்** (1880) எனும் அறிவியலார் அடோக்சா வகை கருப்பை வளர்ச்சியை *அடோக்சா மோஸ்சாடெல்லினா* (*Adoxa moschatellina*) என்ற தாவரத்தில் (படம்.17.16.A) விவரித்துள்ளார். பெருவித்தில் உள்ள நான்கு உட்கருக்களும் ஒரு முறை பகுப்புறுதலால் எட்டு உட்கரு நிலையடைகிறது. இதில் சூல்துளை பக்கம் உள்ள மூன்று உட்கருக்கள் அண்டசாதனத்தையும், ஒரு உட்கரு முனைவு உட்கருவாகவும் செயல்படுகிறது. சலாசா பக்கம் உள்ள மூன்று உட்கருக்கள் ஆண்டிபோடல்களாகவும். ஒன்று முனைவு உட்கருவாகவும் உருவாகும். இருமுனைவு உட்கருக்களும் ஒருங்கிணைந்து இரண்டாம் நிலை உட்கருவாகிறது, இவ்வகை கருப்பை வளர்ச்சி *சாம்புகஸ்* (*Sambucus*), *எரித்ரோனியம்* (*Erythronium*), *டுலிபா* (*Tulipa*), *அல்மஸ்* (*Ulmus*) போன்ற தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

பிளம்பாகோ வகை (Plumbago type, படம்.17.16.B):: ஹாப்ட் (Haupt. 1934) எனும் அறிவியலார் *பிளம்பாகோ கேபன்சிஸ்* (*Plumbago capensis*) தாவரத்தில் இவ்வகை கருப்பை வளர்ச்சியை விவரிக்கிறார். பெருவித்துத் தாய் செல்லின் குன்றல் பகுப்பினால் நான்கு உட்கருக்கள் தோன்றி எதிர் எதிராக நான்கு பக்கமும் அமைகிறன்றன. பின்னர் ஒவ்வொன்றும் பகுப்படைந்து எட்டு உட்கரு நிலை அதாவது நான்கு ஜோடி உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. இதில் சூல் துளை பக்கமுள்ள உட்கரு இணையில் ஒன்று அண்டத்தை உருவாக்குகிறது. மற்றொன்று, மற்ற ஜோடிகளிலிருந்து வந்த ஒவ்வொரு உட்கருவுடன் சேர்ந்து முனைவு உட்கருக்களாக செயல்படுகின்றது, மீதியுள்ள மூன்று உட்கருக்கள் பெரும்பாலும் மறைந்துவிடுகின்றன, இவ்வகை கருப்பை வளர்ச்சி *செரடோஸ்டிக்மா* (*Ceratostigma*), *வோஜிலியா* (*Vogelia*) போன்ற பேரினங்களிலும் காணப்படுகிறது.

முழு வளர்ச்சியடைந்த கருப்பையின் அமைப்பு
(Structure of embryosac)

கருப்பையின் வளர்முறை வேறுபட்டாலும் முடிவில் கருப்பையின் அமைப்பு எல்லா பூக்கும் தாவரங்கிலும் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படும் (படம்.17.3D). ஒவ்வொரு கருப்பையிலும் அண்டசாதனம் (egg apparatus) சூல்துளை பக்கமே காணப்படும். *பாலிகோனம், அல்லியம், ∴ப்ரிட்டிலேரியா, அடோக்சா* போன்ற பேரினங்களில் ஒரே மாதிரியாகவும், *பெப்பரோமியா, பிளம்பாகோ, பிளெம்பாஜெல்லா, அகாலி∴பா* போன்றவற்றில் அண்டசாதனம் சற்று வேறுபட்டும் காணப்படுகின்றது.

அண்டசாதனம் (Egg apparatus) : ஒவ்வொரு அண்டசாதனத்திலும் நடுவில் அண்டசெல்லும் பக்கவாட்டில் இரண்டு சைனர்ஜிட் (Synergids) செல்களும் நுனி கொக்கி போன்றும், மேற்புறம் ∴பிலி∴பார்ம் அமைப்பு (Filiform apparatus) கொண்டும் காணப்படுகின்றன. அதன் உட்கரு கொக்கி அமைப்பிற்கு வெகு அருகாமையில் காணப்படும். செல்லின் கீழ் பகுதியில் பெரிய நுண்குமிழ்ப்பையும் அடிப்புறம் அடர்த்தி மிகுந்த சைட்டோபிளாசமும் உட்கருவும் உள்ளன. கருவுற்றபின் சைனெர்ஜிட்கள் மறைந்து விடுகின்றன. குக்கர்பிட்டேசி குடும்பத்தைச் (*லூ∴பா Luffa*, படம்.17.171) சேர்ந்த தாவரங்களில் சைனெர்ஜிட்கள் பெரிதாக வளர்ந்து கருப்பைக்கு ஊட்டமளிக்கும் பணியை மேற்கொள்கின்றன. *கலெண்டுலா* (*Calendula*), லிம்னான்தஸ் (*Limnanthus*, படம்.17.17.2) *அர்ஜீனியா* (*Urginea*, படம்.17.17.3) போன்ற தாவரங்களில் சைனெர்ஜிட்களின் மேல்நுனி கருப்பைக்கு வெளியே நீண்டு வளர்ந்து காணப்படும்.

எதிரடிச் செல்கள் (Antipodal cells, படம்.17.17B.1-5) கருப்பையின் கீழ்ப்புறத்தில் பொதுவாக மூன்று எதிரடிச் செல்கள் காணப்படுகின்றன. கருவுற்ற பின் இவைகள் மறைந்து விடுகின்றன. ஒரு சில தாவரங்களில் குறிப்பாக ஜென்ஷியனேசி (Gentianaceae) குடும்பத்தில் எதிரடிச்செல்கள் பகுப்புற்று பத்து அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட செல்களாகக் காணப்படுகின்றன. *கேலியம்* (*Galium*), *புட்டோரியா* (*Putoria*, படம்.17.17.B.2), *லிகுலேரியா* (*Ligularia*, 17.17.B.1) போன்ற தாவரங்களில் எதிரடிச்செல்கள் மிக நீளமாக வளர்ந்து உறுஞ்சு உறுப்பாகச் செயல்படுகின்றன. ஆஸ்டிரேசி குடும்பத் தாவரங்களில்

எதிரடிச் செல்களின் எண்ணிக்கையும், அதில் உள்ள உட்கருக்களின் எண்ணிக்கையும் எப்போதும் அதிகரித்துக் காணப்படுகிறது. *ருட்பெக்கியா* (*Rudbeckia*, படம்.17.17.B.4), *ஆக்ரொட்ரிமா* (படம்.17.17.B.5) போன்றவற்றில் எதிரடிச்செல்கள் அண்ட சாதனம் போன்ற அமைப்பிலுள்ளது. *கால்தா பாலுஸ்ட்ரீஸ்* (*Caltha palustris*) தாவரத்தில் எதிரடிச்செல்கள் பன்மடியத் தன்மை கொண்டுள்ளன. *அகோனிடம் நெப்பல்லஸ்* (*Aconitum napellus*, படம்.17.17.B,C) தாவரத்தில் எதிரடிச்செல்கள் மிகப்பெரியதாக வளர்ந்து சுரப்பி செல்களைப் போல் காணப்படுகின்றன. இச்செல்களில் அஸ்கார்பிக் அமிலம் தரசம், லிப்பிட், புரதப்பொருட்கள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன.

முனைவு உட்கருக்கள் (Polar nuclei) : இவை பொதுவாக கருப்பையின் நடுப்புறத்தில் இணைவுறாமலோ, இணைந்து இரண்டாம் நிலை உட்கருவாகவோ காணப்படுகின்றன. கருப்பையில் இவை அமைந்துள்ள பகுதி மைய செல் பகுதி (central cell) எனப்படுகிறது. கருவுற்றபின் இவை பகுப்படைந்து எண்டோஸ்பெர்மை தோற்றுவிப்பதால் இது எண்டோஸ்பெர்ம் தாய் உட்கரு எனப்படும். முனைவு உட்கருக்கள் இரண்டாம் நிலை உட்கருவாக இணைவது மகரந்தக் குழல் கருப்பையில் நுழைவதற்கு முன்போ அல்லது நுழையும் தருவாயிலோ அல்லது அதற்குப் பின்னரோ நிகழ்கிறது. இரண்டாம் நிலை உட்கரு பொதுவாக அண்ட செல்லுக்கு அருகிலுள்ளது. எதிரடிச் செல்களுக்கும் இரண்டாம் நிலை உட்கருவிற்கும் இடையே பெரிய நுண்குமிழ்ப்பை காணப்படும், ஹுலோபியல் (Helobial) எண்டோஸ்பெர்ம் உள்ள தாவரங்களில் முனைவு உட்கருக்கள் சலாசா பக்கம் காணப்படுகின்றன.

மாறியமைந்த கருப்பைகள் (படம். 17.17.C1-3) :சில கருப்பைகளில் எதிர்மாறான துருவ அமைப்பு காணப்படுகிறது. *அடமோஸ்கோ டெக்சானா* (*Atamosco texana*), *சக்காரம் அஃபிசினேரம்* (*Saccharam officinarum*), *வுட்ஃபோர்டியா ஃப்ளோரிபண்டா* (*Woodfordia floribunda*), *கிரைனம் ஏசியாடிகம்* (*Crinum asiaticum*) போன்ற தாவரங்களில் சலாசா அருகில் அண்டசாதனமும், சூல் துளை அருகில் எதிரடிச்செல்களும் மாறியமைந்து காணப்படுகின்றன. பெலனோஃபோரேசி (Balanophoraceae), ஜென்சியனேசி (Gentianaceae) போன்ற குடும்பத் தாவரங்களிலும் எதிர்மாறிய முனைவு அமைப்பில் கருப்பை

காணப்படுகிறது. *அலியம்* (படம். 17.17.C.1,2) தாவரத்தில் வால்பை போன்ற கருப்பை உள்ளது.

அய்சோயேசி (Aizoaceae), கேக்டேசி (Cactaceae), போர்டுலகேசி (Portulaceae), டிலியேசி (Tiliaceae), அஸ்கிளிபியடேசி (Asclepiadaceae) போன்ற குடும்பத்திலுள்ள கருப்பைகளில் சேமிப்புப் பொருளாக தரச மணிகள் காணப்படுகின்றன. *அராக்கிஸ்* (*Arachis*), *அகேஷியா* (*Acacia*, படம்.17.17.c.3), *ஸ்டா.'.பிலியா* (*Styphilia*) மற்றும் *டெண்ட்ரோப்தோரா* (*Dendrophthora*) போன்ற தாவரங்களில் ஏராளமான தரச மணிகள் இருப்பதால் கருப்பையின் உட்கருகளைக் கண்டுபிடிப்பதே இயலாத காரியமாகிறது. கருவுற்ற பிறகு சிறிது சிறிதாக தரச மணிகள் மறைந்துவிடுகின்றன. *அக்கேசியா பெய்லியானா* (*Acacia baileyana*), *கோர்த்தால்செல்லா* ஓபன்ஷியா (*Korthalsella opuntia*) போன்ற தாவரங்களில் அண்டசெல்களிலும் தரச மணிகள் காணப்படுகின்றன. சொனரேசியேசி (Sonneraceae) தாவரங்களின் கருப்பையில் எண்ணெய் பொருட்களும், *அஸ்பிடிஸ்ட்ரா* (*Aspidistra*) கருப்பையில் மிகப்பெரிய ரா.'.பைடு (Raphide) படிகமும் காணப்படுகிறது.

கருப்பை ஊட்டமுறைகள் (Nutrition of Embryosac).

கருப்பையைச் சூழ்ந்துள்ள சூல்திசுவே கருப்பை வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஊட்டப் பொருட்களை அளிக்கிறது. ஊட்டச்சத்துக்களின் முக்கிய வழிப்பாதை சலாஸா (Chalaza) பகுதியே ஆகும். சூல்காம்பு வழியாக வரும் வாஸ்குல கற்றைகள் சூலுறைகளின் அடிப்பகுதியோடு பொதுவாக நின்று விடுகின்றன. பின்னர் உணவுப் பொருட்கள் சலாசா பகுதி வழியாக, சூல் திசுவினூடே கடத்தப்பட்டு கருப்பையை அடைகிறது. ஒரு சில சூல்களில் சலாஸாவின் அடிப்புறம் அமைந்துள்ள ஹைபோஸ்டேஸ் என்ற சிறப்புப் பகுதி உணவு கடத்துதலில் பங்கு வகிக்கிறது என கருத்து தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது (Venkata Rao, 1953). எனினும் சலாஸாவே கடத்தும் திசுவாக உள்ளதை *சி.'.பிரான்தஸ்* (*Zephyranthes*) தாவரத்தில் நிருபிக்கப்பட்டுள்ளது (Coe, 1954).

1. சலாஸா பக்கமுள்ள எதிரடிச் செல்களின் முனை சூல் திசுவின் பக்கம் நீண்டு கடத்தி செல்களாக (transfer cells)

இருப்பது சோளம் (Diboll & Larson, 1966) அதாவது *மேய்ஸ்* (*Maize*) தாவரத்திலும் பாப்பி (Jenson, 1972) தாவரத்திலும் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

2. மோஜென்சென் (Mogensen, 1973) கருத்துப்படி குர்கஸ் கேம்பெலி (*Quercus gambelii*) தாவரத்தின் சூல்களில் வெளி சூலுறை அதிக தரச மணிகளைப் பெற்றும், பிளாஸ்மோடெஸ்மாட்டாக்களோடும் காணப்படுகிறது. மேலும் சூலில் நிரந்தரமான சிறப்புச் செல்கள் போஸ்டாமெண்ட் (Postament) சலாஸா பக்கத்தில் உள்ள கருப்பை பகுதியில் ஊடுருவி வளர்ந்திருப்பதால் வெளி சூலுறையிலிருந்து போஸ்டாமெண்ட் திசு வழியாகவே ஊட்டப்பொருட்கள் கடத்தப்படுகின்றன என்று கருத்து தெரிவித்துள்ளார்.

3. அமினோ அமிலங்களின் செறிவு சலாஸா பக்கம் அதிகமும் சூல் துளைப் பக்கம் குறைந்து கொண்டே வருகிறது என்பதை ரிக்சோவ்ஸ்கி (Ryczkowski, 1971) தமது ஆய்வுகள் மூலம் நிரூபித்துள்ளார்.

பொதுவாக கருப்பையைச் சூழ்ந்துள்ள சூல் திசு செல்களில் இருந்து கருப்பை நேரடியாக உணவுப் பொருட்களை ஏற்றுக் கொள்கிறது என்பது ஒப்புக் கொள்ளக் கூடிய கருத்தாக நிலவுகிறது. இதனால் கருப்பை சூல் திசு செல்களை அழித்துக் கொண்டு சூலின் உள்ளுறை வரை வளர்வதால் இவ்வுள்ளுறை சுரப்பி எண்டோதீலியம் (Glandular endothelium) ஆக செயல்பட்டு ஊட்டப் பொருட்களை கருப்பைக்கு அளிக்கும் அடுக்காக மாறிவிடுகிறது. *லைனேரியா* (*Linaria*) தாவரத்தில் இவ்வடுக்கு நிரந்தரமாகக் காணப்படுகிறது. அண்டசெல்லுக்கு சைனெர்ஜிட்கள் ஊட்டப்பொருட்களையும், எதிரடிச்செல்கள் மையசெல்லுக்கு ஊட்டப்பொருட்களையும் கடத்துகிறது என கலாராக்கல், பட்நாகர் (Kallarackal & Bhatnagar, 1980) ஆகியோர் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார். கருப்பை மையசெல்லின் சுவரிலும் கடத்து செல் அமைப்புகள் (transfer cell morphological features) காணப்படுகின்றன.

கருப்பை ஹாஸ்டோரியங்கள் (Embryo haustorium) : கருப்பையின் வெளிப்பரப்பு முழுவதும் உணவை உறிஞ்சி வளரும் தன்மை கொண்டது. கருப்பை வளர வளர, நியூசெல்லஸ் திசுவும், சில சமயம் சூலுறைகளும் மறைந்து விடுகின்றன. ஒரு சில தாவரங்களில்

கருப்பையே சூல் திசுக்களுக்கு வெளியே வளர்ந்து உறிஞ்சு உறுப்பாக செயல்பட்டு சூலகத் திசுவிலிருந்து உணவு பொருட்களை எடுத்துக்கொள்கிறது. ஆனால் *பேசியோலஸ்* (*Phaseolus*), *மெலிலோடஸ்* (*Melilotus*) போன்ற தாவரங்களில் சூல் துளை முனை, சூல் திசுவைத் துளைத்துக் கொண்டு ஊடுருவி வளர்கிறது. *கேலியம்* (*Galium*), *யுட்ரிகுலேரியா* (*Utricularia*) போன்ற தாவரங்களில் கருப்பை சூல்திசுவை துளைத்துக் கொண்டு, சூல் ஒட்டு வரை வளர்கிறது. லொரான்தேசி குடும்பத் தாவரங்களில் சூல் ஒட்டுத் திசுவில் உருவாகும் கருப்பை மேலும் கீழும் நீண்டு குழல் போன்ற வளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகிறது. *அல்லியம், ஈலெகியா* (*Elegia*), *மேக்ரோசொலன்* (*Macrosolen*), *டைஜீரா* (*Digera*) போன்ற பேரினங்களில் வால் அல்லது பை போன்ற கருப்பை வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. இவ்வாறு ஊடுருவி வளரும் நீட்சிகள் திறன் மிகுந்த, செம்மையான உறிஞ்சு உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன.

சைனெர்ஜிட்கள் பொதுவாக மகரந்தக் குழல் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன. மேலும் சைனெர்ஜிட் மகரந்தக் குழலில் இருந்து வெளிவருவனவற்றை தாங்கும் அமைப்பாகவும் வளரும் கருப்பைக்கு உணவு கடத்தும் பணியையும் மேற்கொள்கிறது. பொதுவாக சைனெர்ஜிட் செல்கள் அவற்றின் ஊடே மகரந்தக் குழல் ஊடுறும்வரை மட்டுமே காணப்பட்டு பின்பு மறைந்து விடும். ஆனால் ஒரு சில சிற்றினங்களில் அவை உறுஞ்சு உறுப்பாக மாறி வளரும் கருப்பைக்கு ஊட்டப் பொருட்களை கடத்தும் பணியை மேற்கொள்கின்றன (படம்.17.17.A) *குவின்கேமேலியம் சிலென்சி* (Quinchanmalium chilense) என்ற சாண்டாலேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரத்தின் சைனெர்ஜிட்கள் கருப்பையை துளைத்துக் கொண்டு வெளி வந்து சூலகத் தண்டு வரை வளர்ந்து உறுஞ்சு உறுப்பாக செயல்படுகிறது.

கிரிண்டிலியா (*Grindelia*) *ஆர்ஜிமோன் மெக்சிகானா* (*Argemone mexicana*) தாவரங்களில் எதிரடிச் செல்களும் பெரியதாக வளர்ந்து நிரந்தர உறுஞ்சு உறுப்புகளாக செயல்பட்டு, வளரும் கருப்பைக்கு ஊட்டமளிக்கும் பணியை மேற்கொள்கின்றன (படம்.17.17.B.1,2,3.4).

18. மகரந்தச்சேர்க்கை (Pollination)

கருவுறுதல் நிகழ்ச்சிக்கு மூலகாரணமாக அமைவது மகரந்தச் சேர்க்கை ஆகும். நுண்வித்தகங்களிலிருந்து மகரந்தத்தூள்கள் (நுண்வித்துக்கள் மைக்ரோஸ்போர்கள்) விடுபட்டு சூலக முடியை அடைவதே மகரந்தச்சேர்க்கை எனப்படும். மகரந்தத்தூள்கள் பல்வேறு தரப்பட்ட சாதனங்களாகிய காற்று, நீர், பூச்சிகள், பறவைகள் போன்றவைகளின் உதவியோடு சூலக முடியை அடைகிறது. ஒவ்வொரு மலரும் மகரந்தத் தூள்கள் வெளியேறி பரவுதற்கேற்ற வகையில் தனிப்பட்ட தக அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன.

மகரந்தத்தூள் வெளியேற்றம் - ஒவ்வொரு நுண்வித்தக சுவரும் தடித்த சுவருடைய செல்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் இச்செல்கள் தடிப்புறாமல் மெல்லிய செல்சுவர் கொண்ட செல்களால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்விடம் ஸ்டோமியம் (Stomium, படம்.16.1.c) எனப்படும். முதிர்ந்த நுண் வித்தகங்களில் புறத்தோல் புறச் சூழ்நிலைக்கேற்ப செயல்படுவதால் ஸ்டோமியம் பகுதியில் உள்ள செல்சுவர் அழிந்து இடைவெளி ஏற்படுகிறது. எண்டோதீசிய செல்களும் இவ்விடைவெளிகள் வழியாக மகரந்தத் தூள்களை வெளியேற்ற செயல்படுகின்றன. ஸ்டோமியம் நீண்ட இடைவெளியாக நுண்வித்தகத்தில் நீள்வாக்கிலோ, குறுக்கு வாக்கிலோ தோன்றுவதால் மகரந்தங்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. பெர்பெரிடேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் மகரந்தங்கள் மூடி போன்ற வால்வினை (Valve) தோற்றுவிப்பதால் ஸ்போர்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. *சோலனம்* போன்ற தாவரங்களில் நுண்வித்தகத்தின் நுனியில சிறு துளை (apical pore) தோன்றுவதால் மகரந்தங்கள் வெளிப்படுகின்றன. *வயோலா மிரபிலிஸ்* (*Viola mirabilis*), *ஆக்சாலிஸ் அசிடோசெல்லா* (*Oxalis acetosella*) போன்ற என்றும் மலராத பூக்களில் மகரந்தங்கள் உள்ளேயே முளைத்து நுண்வித்தகச் சுவரை துளைத்துக் கொண்டு வளர்கிறது.

மகரந்தச்சேர்க்கை இரு வழிகளில் நிகழ்கிறது. அவை தன்மகரந்தச் சேர்க்கை (self-pollination), அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை (Cross-pollination) எனப்படும். தன்மகரந்தச்சேர்க்கையில் ஒரு மலரில்

உள்ள மகரந்தத்தூள்கள் அதே மலரின் சூலக முடியையடைந்து முளைப்பதாகும். அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை இரு நிலைகளில் நிகழ்கிறது. அதாவது ஒரே தாவரத்தில் வெவ்வேறு மலர்களுக்கிடையே நிகழ்ந்தால் அது கைய்டொனோகேமி (Geitonogamy) என்றும் ஒரு சிற்றினத்தின் இரு தாவரங்களுக்கிடையே மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறின் அது ஸினோகேமி என்றும் (Xenogamy) அழைக்கப்படும்.

தன்மகரந்தச்சேர்க்கை மலரின் உடனியல்புப் பண்புகள் : தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற மலர்கள் இருபால் மலர்களாகவும் குறிப்பாக சேஸ்மோகேமஸ் (Chasmogamous) மலர்களாகவும் இருத்தல் வேண்டும். அதாவது இதில் மலர் பாகங்கள் நன்கு வெளிப்படும் நிலையில் மகரந்தச் சேர்க்கை சுலபமாக நடைபெறும் வகையில் காணப்படும். என்றும் மலராத கிளீஸ்டோகேமஸ் (Cleistogamous) மலர்களிலும் தன் மகரந்தச்சேர்க்கையே நடைபெறும் வகையில் உடனியல்புப் பண்புகள் காணப்படுகினறன. எ.கா. *காம்மிலினா பெங்காலென்சிஸ்* (*Commelina bengalensis*) *இண்டிகோ:போரா* (Indigofera) போன்ற தாவரங்கள் வறண்ட சூழ்நிலையில் வளரும் போது தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும் வகையில் கிளீஸ்டோகேமஸ் மலர்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. *அபெல்மோஸ்கஸ் எஸ்குலெண்டஸ்* (*Abelmoschus esculentus*) போன்ற தாவரங்களில் சூலகமுடிகள் மகரந்தங்களின் மேல் கவிழ்ந்த நிலையில் இருப்பதால் இயல்பாக தன் மகரந்தச்சேர்க்கையே நடைபெறுகிறது. சில ஆஸ்டரேசி குடும்பத்தாவரங்களில் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறவில்லையெனில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

அயல்மகரந்தச்சேர்க்கை – அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற பெரும்பாலான மலர்களில் ஒத்தியல்புப் பண்புகள் காணப்படுகின்றன. ஒருபால் மலர்களில் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை மட்டுமே நடைபெற முடியும். இருபால் மலர்களில் தன்மகரந்தச்சேர்க்கையைத் தவிர்ப்பதற்காக பெரும்பாலான மலர்கள் தக அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

1. தன்மலட்டுத் தன்மை (self – sterility) : *பெட்டுனியா ஆக்சிலாரிஸ்* (*Petunia axillaries*) போன்ற தாவரங்களில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் போது மகரந்தத்தூள்கள் முளைத்து மகரந்தக் குழல் வளரும் போது சூலகத் தண்டில் வளர்ச்சி தடைபடுத்தப்படுகிறது. இது சூலகத் தண்டின்

ஒவ்வாத இயல்பினைக் காட்டுகிறது, இது மலர்களின் தன்மலட்டுத்தன் மையாகும்.

2. இருகால முதிர்ச்சி (Dichogamy): ஒரு சில சிற்றினங்களில் மகரந்தமும் சூலகமும் வெவ்வேறுகாலங்களில் முதிர்ச்சியடைவதால் தன்மகரந்தச்சேர்க்கை தவிர்க்கப்படுகிறது. *சாக்சி.'.ப்ரெகா ஐசாய்டஸ்* (*Saxifraga aizoides*) போன்ற சிற்றினங்களில் நுண்வித்தகம் முதலில் முதிர்ச்சியடைந்து ஸ்போர்களை வெளியேற்றிய பின்னரே சூலக முடி மகரந்தங்களை ஈர்க்கும் செயல்பாடுலுள்ளதாக மாறுகிறது. *அரிஸ்டாலோகியா* (*Aristolochia*) தாவரத்தில் சூலக முடி முதலில் முதிர்ச்சியடைந்து செயல்பாடுள்ளதாகவும் மகரந்தங்கள் இளம்நிலையிலுள்ளதாகவும் உள்ளன.

3. அமைவிட வேறுபாடு (**Herkogamy**) – ஒரு சில இருபால் மலர்களில் குறிப்பாக கேரியோ.'.பிலலேசி குடும்பத் தாவரங்கள் சூலமுடி மிக உயரமாகவும் மகரந்தத்தாள் குட்டையாகவும் காணபடுவதால் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை தவிர்க்ப்படுகிறது. *குளோரியேசா* (*Gloriosa*) போன்ற மலர்களின் சூலக முடி மகரந்தங்களிடையே இருந்து விலகி வேறு திசையில் வளைந்து காணப்படுகிறது. ஆர்க்டேசி குடும்பத்தில் பொலினியாக்களாக இருப்பதால் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை தவிர்க்கப்படுகிறது.

4. மாற்று நீள சூலகத் தண்டுடைமை :(Heterostyly) – ஒரு சில சிற்றினங்கள் இருவித மலர்களை தோற்றுவிக்கிறது. ஒரு வகையில் சூலகத் தண்டு நீண்டும் மகரந்தத்தாள் குட்டையாகவும், மற்றொன்றில் மகரந்தத்தாள்கள் அல்லிக் குழலுக்கு வெளியே நீண்டும், சூலகத் தண்டு குட்டையாகவும் இருப்பதால் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற இயலாது. எ.கா. *பிரைமுலா வல்காரிஸ்* (*Primula vulgaris*), *ஒல்டன்லாண்டியா* (*Oldenlandia*).

புறச் சூழ்நிலை காரணிகளும் (abiotic), உயிரியல் காரணிகளும் (Biotic) அயல் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு அடிப்படை அம்சங்களாகும். அவை காற்று, நீர், பூச்சிகள், பறவைகள் வௌவால்கள் போன்றவையாகும். காற்றினால் மகரந்தத்தூள்கள் பரவுதல் முறை அனிமோ.'.பிலி (anemophyly) எனப்படும். இந்த மகரந்தத்தூள்கள் மிகச்சிறிய மலர்களில் அதிக எண்ணிக்கையில், எடை குறைந்த அளவில் தோற்றுவிக்கப்படும். சோளம் 18,500,000 மகரந்தத்தூள்களைத் தோற்றுவிக்கிறது என ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றனர். எனினும்

காற்றினால் பரவும் போது இலக்கில்லாமல் செல்வதால் மிகுதியான மகரந்தத் தூள்கள் வீணாகி, குறிப்பிட்ட சூலக முடியை அடைய காலதாமதமும் ஆகிறது. இதனை ஈடுகட்டும் வகையில் இம்மலர்கள் கட்கின் (Catkin) வகை மஞ்சரிகளில் அமைந்தும், மகரந்தத்தாள் நீண்டும், வெர்சடைல் முறை இணைப்போடும், சுருள் அமைப்பில் மொட்டுகளில் இருந்து சட்டென்று நீண்டு மகரந்தத் தூள்களை வெகுதூரத்திற்கு செலுத்தும் அமைப்புடனும் காணப்படுகின்றன. இம்மலர்களில் சூலக முடிகள் தூரிகை அமைப்பில் காற்றில் மிதந்து வரும் ஸ்போர்களை ஈர்க்க வல்லதாகவும் உள்ளன.

நீரின் உதவியுடன் மகரந்தத்தூள்கள் பரவுதல் ஹைட்டிரோ.்.பில்லி (Hydrophyily) எனப்படும். நீர் வாழ் தாவரங்களாகிய *செரட்டோ.்.பில்லம்* (*Ceratophyllum*), *நாஜாஸ்* (*Najus*), *சோஸ்டிரா* (*Zostera*) போன்ற தாவரங்களின் மகரந்தத்தூள்கள் ஊசிபோல் நீண்டு (250 μm) குழல் வடிவில் மிதந்து செல்லக் கூடிய வகையிலுள்ளது. இது ஹை.்.பிட்ரோ.்.பிலி (Hyphydrophily) என்றும் அழைக்கப்படும். இம்மலர்களில் சூலகத் தண்டு நீர் பரப்பு வரை நீண்டு காணப்படும். *வாலிஸ்னெரியா ஸ்பைராலிஸ்* (*Vallisneria spiralis*) போன்ற நீர் மூழ்கித் தாவரங்கள் டையோஷியஸ் ஆக காணப்படும். ஆண் தாவரங்களின் மலர்கள் மலரும் போது பிரிந்து வந்து நீரில் மிதந்த வண்ணம் காணப்படும். பெண் தாவரங்களின் மலர்களும் நீரின் உள்ளே இருப்பினும் மகரந்தச் சேர்க்கையின் போது பூக்காம்பு நீண்டு வளர்ந்து மலர்களை நீர் பரப்பிற்கு கொண்டு வருகிறது. இந்நிலையில் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. பின்னர் மலர் காம்பு சுருண்டு மலரை நீரின் கீழே கொண்டு செல்கிறது. தொடர்ந்து வளர்ச்சி நீரின் அடியிலேயே நடைபெறும். இது எ.்.பிட்ரோ.்.பில்லி (Ephydrophily) எனப்படும்.

பூச்சியினங்களால் மகரந்தத்தூள் பரவுதல் எண்ட்டமோ.்.பிலி (படம்.18.1.A) எனப்படும். இதற்கேற்ற வகையில் மலர்கள் மண முள்ளதாகவும், கவர்ச்சிகரமான வண்ணங்களிலும், தேன் சுரப்பிகளைப் பெற்றும் பிசுபிசுப்பான கொக்கி அமைப்புகளோடும் காணப்படும் (படம்.18.1B). பறவை இனங்களால் மகரந்தத்தூள் பரவுதல் ஆர்னித்தோ.்.பிலி (Ornithophily) எனப்படும். மலர்கள் நீண்ட பூக்குழல்களோடும், கிண்ணம், குடுவை அமைப்புகளிலும் அதிக அளவு தேன் சுரப்பிகளைப் பெற்றும், பல வண்ணங்களிலும் காணப்படுகின்றன. வெளவால்கள் மூலமும் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. இது

கைரோப்டிரோ.ஃபிலி (Cheiropterophily) எனப்படும். இத்தகைய மலர் அல்லது மஞ்சரிகள் நீண்ட காம்புடன், இரவில் மலரும் தன்மையுடன், குறிப்பிட்ட மணத்துடன், அதிக அளவு தேன் சுரப்பிகளுடனும் காணப்படுகின்றன.

19. கருவுறுதல் (Fertilization)

கருப்பையில் காணப்படும் அண்டத்துடன், ஆண்கேமீட்டகத்தாவரத்தில் உள்ள இனப்பெருக்க செல் தோற்றுவிக்கும் விந்தணு ஒன்றுடன் இணையும் நிகழ்வே கருவுறுதல் ஆகும்.

மகரந்தத்தூள் முளைத்தல் (Germination of Pollen, படம். 18.2.A) சூலகமுடியை அடையும் மகரந்தத்தூள்கள் முளைப்பது தாவரத்திற்கு தாவரம் வேறுபடுகிறது. *கேரியா எலிப்டிகா* (*Carrya eliptica*) தாவரத்தில் இரண்டு நாட்களிலும், *பீட்டா வல்காரிஸ்* (*Beta vulgaris*) தாவரத்தில் இரண்டு மணி நேரத்திலும், *சியா மெய்ஸ்* (*Zea mays*), *டாராக்சகம் கோக்சாகிஸ்* (*Taraxacum koksaghys*), *ஹார்டியம் டிஸ்டிகான்* (*Hordeum distichon*) தாவரங்களில் ஐந்து நிமிடங்களிலும், *சக்கராம் அபிசினாரம்* (*Saccharum officinarum*), *சொர்கம் வல்கேர்* போன்ற தாவரங்களில் உடனேயும் முளைக்கத் தொடங்குகிறது.

நுண்வித்து (மைக்ரோஸ்போர்) முளைக்கும் போது அவை சூலக முடியில் உள்ள ஈரப்பசையை உறிஞ்சிக் கொள்கிறது. பின்னர் வளர்துளை வழியாக இன்டைன் சிறு முளை போன்று வெளிவந்து சூலகமுடியின் திசு, சூலகத்தண்டின் திசு வழியாக ஊடுருவி நீண்ட குழலாக வளர்கிறது. இக்குழலின் நுனியில் சைட்டோபிளாசம், உட்கரு ஆகியவை செயலுள்ளதகாவும் குழலின் பின்பாகம் காலோஸ் (Callose) அடைப்புகள் தோன்றுவதால் சிறிது சிறிதாக சிதைந்த நிலையில் மறைந்து விடுகிறது. பெரும்பாலும் ஒரு நுண்வித்து ஒரே ஒரு மகரந்தக் குழாயைத் தோற்றுவிக்கும். ஆனால் மால்வேசி, கம்பானுலேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் பல குழல்களும், *மால்வா நெக்லெக்டா* (*Malva neglecta*) தாவரத்தில் 14 குழல்கள் வெளிவருவதாக அறிவியலாளர்கள் கண்டுபிடித்துள்ளனர். எனினும் முடிவில் ஒரு குழல் மட்டுமே முழுவளர்ச்சியுடன் கருப்பையை அடைகிறது. மகரந்தத்தூள்கள் நான்கமை அமைப்புகளாகவோ, பொலினியங்களாகவோ, கூட்டு மகரந்தத்தூள்களாகவோ இருப்பின் பல குழல்கள் வளருகின்றன.

மகரந்தத்தூள் முளைப்பதில் சூலகமுடி பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. சூலக முடி வெளியேற்றும் திரவத்தைப் பொறுத்து இரண்டு வகை சூலக முடிகள் அறியப்பட்டுள்ளன. அவை முறையே ஈரசூலகமுடி

(Wet stigma), வறண்ட சூலகமுடி (Dry stigma) என பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் சூலகமுடி அமைப்பு, அவற்றில் காணப்படும் சதைப்பற்றுள்ள கரணைகளின் (papillate) அமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது (Heslop-Harrison and Shivanna, 1977). ஈரசூலகமுடியிலிருந்து வெளிவரும் திரவக் கசிவு (exudates) கியூடிகிளின் அடிப்புறத்தில் சேமிக்கப்பட்டு பின்னர் மென்படலத்தை கிழித்துக் கொண்டு வெளியேறி சூலக முடியின் புறப்பரப்பை அடைகிறது (Shivanna and Sastri, 1981). இத்திரவக் கசிவு லிப்பிட், சர்க்கரை, அமினோ அமிலங்கள், புரதங்கள், பாலிசாக்கரைடுகள் போன்ற மூலப் பொருட்களைக் கொண்டுள்ளன. சதைப்பற்று கரணைகளில் அதிக அளவில் செல் நுண்அங்கங்களும், மிகப்பெரிய நுண் குமிழ் பைகளும், பல கரு தன்மையும், குறிப்பாக நுனிப்புறத்தில் மைட்டோகாண்டிரியா, எண்டோபிளாசவலை, ரிபோசோம், டிக்டியோசோம்களும், அடிப்புறத்தில் கணிகங்களும் (Wilms, 1980)அமைந்துள்ளன. இவைகளே திரவக் கசிவிற்கு காரணமாகின்றன. இத்திரவக் கசிவில் மகரந்தத்தூள் உடனே முளைத்து வளர் குழலை தோற்றுவிக்கின்றன. ஒரு சில வறண்ட சூலமுடிகள் கியூடிகிள் படலத்தால் சூழப்பட்டிருக்கும். இந்நிலையில் மகரந்தத்தூள்களின் சுவரில் இருந்து வெளிவரும் நொதிகள் இப்படலத்தை அழித்து விட்டு பின்னர் முளைத்து குழலாக வெளிப்படுகிறது. எனவே மகரந்தத்தூள் குழல் வளர்ச்சிக்கு சூலகமுடிகளே ஆதாரமாகும்.

சூலகமுடிகளிடையே வளரும் மகரந்தத்தூளின் வளர்குழல் சூலகத் தண்டின் திசுக்கள் வழியாக வளர்கிறது. ஒரு சில மலர்களில் சூலகத்துண்டு குட்டையாகவும், இல்லாமலும், மிகநீண்டும் காணப்படலாம். எப்படி இருப்பினும் வளர்குழல் திசுக்களை ஊடுருவி வளர்கிறது. சூலகத்தண்டுத் திசுவே மகரந்தக் குழலுக்கு உணவினை அளிக்கும் வேலையைச் செய்கிறது. அவ்வடிப்படையில் மூன்றுவகையான சூலகமுடிகள் வகைபடுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை முறையே திறந்த சூலகத்தண்டு (Open style) பாதி மூடிய சூலகத்தண்டு (semi-solid) மூடிய சூலகத்தண்டு (Solid style) எனப்படும். பப்பாவரேசி, எரிகேசி, அரிஸ்டலோகியேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் சூலகத் தண்டின் உள்பாகம் குழலாகவும் இதனைச் சூழ்ந்துள்ள செல்களே (transmitting cells) உணவளிக்கும் பணியை மேற்கொள்வதால் அவை திறந்த சூலகத் தண்டு எனப்படும். பெரும்பாலான ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களில் திறந்த சூலகத்தண்டு காணப்படுகிறது. காக்டேசி குடும்பத்

தாவரங்களில் சூலகத்தண்டின் நடுப்பகுதி இரண்டு அல்லது மூன்று அடுக்கு சுரப்பிச்செல்களால் இடைவெளிகளோடு காணப்படும். இவ்விடைவெளிகள் வழியே உணவுப் பொருளை ஈர்த்துக்கொண்டு மகரந்தக்குழல்கள் வளர்கின்றன. இது பாதிமூடிய சூலகத் தண்டாகும். *டட்ரூரா* (*Datura*) *காஸிபியம்* (*Gossipium*) போன்ற தாவரத்தின் சூலகத் தண்டு நடுப்பகுதி முழுவதும் சைட்டோபிளாசம் நிறைந்த நீண்ட செல்களால் ஆனது. இத்திசுவினை நொதிகளின் உதவியுடன் அழித்துக் கொண்டு உணவுப்பொருளையும் ஈர்த்துக் கொண்டு குழல்கள் வளர்கின்றன. இது மூடியசூலகத் தண்டு எனப்படும்.

மகரந்தக்குழல் சூலுறையை அடைந்த பிறகு சூல்துளை வழியாகவோ அல்லது சலாசா வழியாகவோ கருப்பையை அடையலாம். பெரும்பாலும் சூல்துளை வழியாகவே குழல் வளர்ந்து செல்கிறது. இது போரோகேமி (Porogamy) எனப்படும் (படம்.19.2.B1). *யுட்ரிகுலேரியா* (*Utricularia*), *வான்டெல்லியா* (*Vandellia*), *டொரினியா* (*Torenia*) போன்ற தாவரங்களில் கருப்பை சூல்துளைக்கு வெளியே துருத்திக் கொண்டு வளர்வதால் மகரந்தக்குழல் நேரடியாக கருப்பையை அடைகிறது. சலாசா வழியாக மகரந்தக் குழல் வளர்ந்து கருப்பையை அடைவதை அமென்டிஃபெரே பிரிவுத் தாவரங்களில் ட்ராய்ப் (Treub, 1891) என்பவர் கண்டறிந்தார். இந்நிகழ்ச்சி சலாசோகேமி (Chalazogamy) எனப்படும் (படம்.19.1.B2). இவ்வகையில் குழல் கருப்பையின் வெளிப்பரப்பை ஒட்டினாற்போல் வளர்ந்து பின்னர் சூல் திசுவை ஊடுருவி வளர்ந்து, கருப்பையை துளைத்துக் கொண்டு உட் செல்கிறது. இம்மாதிரி நுழைவு *ஜுக்ளென்ஸ் ரெஜியா* (*Juglan regia*), *காசுவரீனா ஈக்யூசிட்டிபோலியா* (*Casuarina equisetifolia*, Swamy, 1948), போன்ற தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது (படம்.19.2A), *அல்கெமில்லா* (*Alchemilla*), *குக்கர்பிட்டா* (*Cucurbita*), *சிர்கேயாஸ்டர்* (*Circaeaster*) போன்றவற்றில் சூலுறை வழியாகச் சுவரை துளைத்துக் கொண்டு மகரந்தக் குழல் நுழைகிறது. இது மீசோகேமி (Mesogamy) எனப்படும் (படம்.19.1.B3). ஒரே சிற்றினத்தில் மகரந்தக்குழல் மாறுபட்டு சூல்துளை அல்லது சலாசா வழியாக வளர்வதையும் (*Brassica oleraceae*) அறிவியலாளர்கள் கண்டுள்ளனர். *காசிபியம்* (*Gosspium*) தாவரத்தில் குழல் சூலின் அடிப்பாகம் வரை சென்று பின்னர் மேல்நோக்கி வளர்ந்து சூல்துளை வழியாக நுழைகிறது. ஒரு சில சிற்றினங்களில் சூல்ஒட்டுத்திசு, சூல்துளை மற்றும் சூல்திசு மேல் ஒரு தொப்பி போல வளர்ந்து காணப்படும். இது ஆப்டுரேட்டர் (obturator) எனப்படும். இது

நீண்ட சுரப்பி செல்களால் ஆனது. மகரந்தக் குழல் சூலினுள் நுழைவதற்கு ஏதுவான சிறப்புத்தன்மை கொண்ட தனிப்பட்ட உறுப்பாகக் கருதப்படுகிறது. *பைலியாவில்* (*Pilea*) சூலகத்தண்டின் அடிப்பாகத்திலும், *மிரியோகார்பா* (*Myriocarpa*), *லூகோசைக்* (*Leucosyke*) போன்றவற்றில் சூலின் உள்ளுறையின் நுனியிலும் ஆப்டுரேட்டர்கள் காணப்படுகின்றன. சூல்திசுவில் குழல் வளரும்போது செல்லிடைவெளிகள் வழியே ஊடுருவி வளர்கிறது. செல்கள் அழிவதில்லை. எனினும் லித்ரேசி, சொன்னிரேசியேசி (Sonneratiaceae), ஒனக்ரேசி, குக்கர்பிட்டேசி குடும்பத் தாவரங்களில் குழல் மிக அகலமாக வளர்வதால் சூல்திசு செல்களை நிரந்தரமாக அழித்துக் கொண்டு ஊடுருவிச் செல்கிறது.

கருப்பையினுள் மகரந்தக்குழல் பலவழிகளில் செல்கிறது. *ஃபேகோபைரம்* (*Fgopyrum*) தாவரத்தில் குழல் அண்டத்திற்கும் சைனெர்ஜிட்டிற்கு இடையிலும், *கார்டியோஸ்பெர்மம்* தாவரத்தில் கருப்பை சுவற்றுக்கும் சைனெர்ஜிட்டுக்கு இடையிலும், *ஆக்சாலிஸ், இலோடியா* போன்றவற்றில் நேரடியாக சைனெர்ஜிட்டுக்குள்ளும் நுழைகிறது. குழல் நுழைவால் பொதுவாக ஒரு சைனெர்ஜிட் அழிந்துவிடுகிறது. ஆனால் *மைமுசாப்ஸ்* (*Mimusops*), *அக்ரஸ்* (*Achras*), *பேசியா* (*Bassia*) போன்றவற்றில் இரண்டு சைனெர்ஜிட்களும் அழிந்துவிடுகின்றன. விந்துக்கள் (ஆண் இணைவிகள் / Male gametes) எவ்வாறு கருப்பையினுள் செல்கின்றன என்பது சரிவரத் தெரியவில்லை எனினும் *டராக்சகம்* (*Taraxacum*), *கிரெபிஸ்* (*Crepis*) போன்றவற்றில் குழலின் நுனி அண்டத்திற்கும், இரண்டாம் நிலை உட்கருக்களும் இடையில் ஊடுருவிச் செல்வதால் இரண்டு விந்துக்கள் அண்டத்தையும், இரண்டாம் நிலை உட்கருவினையும் கருவுறச் செய்கிறது. *பெப்பரோமியா* (*Peperomia*), *போர்டுலகா* (*Portulaca*), *பெட்டூனியா* (*Petunia*) போன்ற தாவரங்களில் மகரந்தக் குழல் கிளைத்து ஒன்று அண்டத்தின் அருகிலும் ஒன்று இரண்டாம் நிலை உட்கருவினையும் அடைகிறது என கண்டறிந்துள்ளனர். *காஃபியா அராபிகா* (*Coffea arabica*) தாவரத்தில் குழலின் நுனியில் இரண்டு துவாரம் ஏற்பட்டு அதன் வழியாக விந்துக்கள் வெளியேறுகின்றன.

மகரந்தக்குழல் வளர்ச்சி ஒவ்வொரு சிற்றினத்திலும் வேறுபடுகிறது. ஃபேகேசி தாவரத்தில் பல மாதங்களும், *குர்கெஸ்* (*Quercus*) தாவரத்தில் 12 முதல் 14 மாதங்களும், ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்தில் சூல்களே உண்டாகாத நிலையில் மகரந்தக்குழல்

வளர்ச்சியும் ஏற்படுகிறது என கணக்கிட்டுள்ளனர். *கேரிகா பப்பாயா* (*Carica pappaya*), *கோல்ச்சிகம் ஆட்டம்னெல்* (*Colchicum autumnale*) போன்ற தாவரங்களில் 10 முதல் 11 நாட்களில் குழல் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. அண்டம், விந்துவுடன் ஒருங்கிணைய சுமார் 24 முதல் 48 மணிநேரம் ஆகிறது என அறிவியலாளர்கள் கணக்கிட்டுள்ளனர். *லாக்டுகா முராலிஸ்* (*Lactuca muralis*) தாவரத்தில் 6 முதல் 7 மணி நேரத்திற்குள்ளும், *போர்டுலகா ஓலரேசியா*வில் (*Portulaca oleraceae*) 3 முதல் 4 மணி நேரத்திற்குள்ளும் *ஹார்டியம், பார்த்தினியம்* போன்ற தாவரத்தில் ஒரு மணி நேரத்திற்குள்ளும், *டராக்சகம் கோக்சாகிஸ்* தாவரத்தில் 15 முதல் 45 நிமிடங்களுக்குள்ளும் கருவுறுதல் நிகழ்கிறது.

மகரந்தக்குழல் வளரும் வேகமும் அறிவியலாளர்களால் கணக்கீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. *ஐரிஸ்* தாவரத்தில் மணிக்கு 4 மி.மீ என்றும், *சியா மெய்ஸ்* - இல் மணிக்கு 6.25 மி.மீ, *டராக்சகம்* தாவரத்தில் மணிக்கு 35 மி.மீ வளர்வதாக தெரிவித்துள்ளனர். மகரந்தக்குழல் வளர்ச்சி பல புறத்தூண்டல்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. பொதுவாக வெளிச்சம், குளிர், வெப்பநிலை போன்றவை குழல் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கவோ அல்லது பாதிக்கவோ செய்கிறது. குழல் வளர்ச்சிக்கு உகந்த வெப்ப நிலை 25°C முதல் 30°C ஆகும்.

மகரந்தக்குழலின் மீநுண் (அல்ட்ரா) அமைப்பு (படம்.19.2B)

குழலின் நுனிப்பகுதி வேகமான வளர்ச்சியைக் காட்டுகிறது. நுனிப்புறம் அடர்வு மிகுந்த சைட்டோபிளாசம் கொண்டுள்ளது. முதிர்ந்த குழலில் பெரிய நுண்குமிழ்ப்பை முழுவதும் அடைத்த வண்ணம் உள்ளது. நுனியில் சைட்டோபிளாசத்தை தக்கவைத்துக் கொள்ள அதன்பின்புறம் தொடர்ச்சியாக காலோஸ் அடைப்புகள் காணப்படுகின்றன. துவக்கத்தில் வளையமாக படியும் காலோஸ் பின்னர் குழல் பகுதிகளை சிறுகச் சிறுக அடைத்து விடுகிறது இது நுனிஅடைப்பு (Cap block) எனப்படும். நுனிக்குழல் அரைக் கோள வடிவத்தில் ஒளி ஊடுருவக் கூடியதாக உள்ளது. இதற்கு பின் உள்ள சைட்டோபிளாசத்தில் மைட்டோகாண்டிரியங்கள், கோல்ஜி உடலங்கள், சுரசுரப்பான, வழவழப்பான எண்டோபிளாசவலை, குமிழிகள், அமைலோப்ளாஸ்ட், லிப்பிட் மூலக்கூறுகள் போன்றவை விரவிய வண்ணமுள்ளன. நுனிஅடைப்பு பகுதியில் கோல்ஜி குமிழிகள் மட்டும் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. மேலும் இங்கு பாலிசாக்கரைடுகளும், ஆர்.என்.ஏ.வும் காணப்படும். குழலின் சுவர்ப் பகுதி செல்லுலோஸ்,

பெக்டினால் ஆனது. செல்லுலோஸ் மைக்ரோ.ஃபைப்ரில்கள் குழல் அச்சுக்கு 45° கோணத்தில் படிந்தும் அதன்மேல் கேலோஸ் படிந்தும் காணப்டும் (Kroh & Knuiman, 1981). பெரும்பாலான வளர்ச்சி முறை, அமைப்பு ஆகியவை குழல் செயற்கை ஊடகத்தில் வளர்க்கும் போது அறியப்பட்டதாகும். குழல் வளர்ச்சியுற கார்போஹைட்ரேட் தளப்பொருளாக உள்ளது. இது ஆஸ்மாடிக் அழுத்தம் சீராக வைக்கவும், சுவாசித்தலின் அடிப்படைப் பொருளாகவும் உள்ளது. குழல் வளர்ச்சியில் போரான் (Boron) கூட்டுப் பொருட்கள் பெரிதும் பங்கு கொள்கிறது. ஊடகப் பொருட்களில் குழல் துரிதமாக வளரவும், உறுதியாகவும் அதே சமயத்தில் மூலக்கூறுகளின் ஊடுருவிப் பரவும் தன்மையிலும் கால்சியம் பெரிதும் துணை செய்கிறது. குழல்களில் செல்லூலேஸ், பெக்டினேஸ், கேலேஸ் போன்ற நொதிகளும், காணப்படுகின்றன.

ஆண் கேமீட்டகத்தாவரமான மகரந்தத்தூள் வித்தகத்தாவரத்தில் குழலாக வளரும் போது தாய் தாவரத்திற்கும் குழலுக்கும் ஒவ்வும் பண்பு இருக்க வேண்டும். ஆனால் சுமுகமான உடன்பாடில்லா விடின் கருவுறுதல் நிகழ்வதில்லை. தன்மகரந்தச் சேர்க்கை (self pollination) நடைபெறுவதை தவிர்க்கும் தாவரங்களில் பெரும்பாலும் உடன்பாடில்லா அல்லது ஒவ்வாத இயல்பு (self-incompatability) வெளிப்படுகின்றது. அவை: 1. குறைந்த தகவில் மகரந்தத்தூள் முளைத்தல். 2. சூலக முடியில் குழல் சுற்றி சுழன்று கொள்ளுதல். 3. குழல் மிக மெதுவாக வளர்தல் 4. குழலின் நுனி சூல்களின் மேல் சுற்றிக் கொள்ளுதல் போன்றவை ஆகும்.

மகரந்தக்குழலிலிருந்து விந்துக்கள் கருப்பையில் விடுவிக்கப்பட்டவுடன் ஒரு விந்து அண்டத்துடனும் மற்றொரு விந்து இரண்டாம்நிலை உட்கருவோடும் இணைகிறது. அண்டத்துடன் விந்து இணைவது சின்கெமி (Syngamy-Strasburgar, 1884) என்றும், இரண்டாம் நிலை உட்கருவோடு விந்து இணைவது மூன்று உட்கருச்சேர்க்கை (Triple fusion, Nawaschin, 1898) என்றும் அழைக்கப்படும். இவ்விரண்டும் சேர்ந்த நிகழ்ச்சி இரட்டைக் கருவுறுதல் (double fertilization) எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சியை அறிவியலாளர்கள் துல்லியமாக அறிய முடியாத வகையில் அடர்மிகுந்த சைட்டோபிளாசம், மறையும் சைனெர்ஜிட்களின் சைட்டோபிளாசம் ஆகியவை பெரிதும் தடையாக உள்ளன. கசையிழையற்ற விந்து குழலின் உதவியோடு தான்

கருப்பைக்குச் செல்ல இயலும். *கிரிபிஸ் கேப்பிலாரிஸ்* தாவரத்தில விந்து இணையும் நிகழ்ச்சியை ஜெராசிமோவா (Gerassimova) என்பவர் தெளிவாக விளக்கியுள்ளளார். அண்டத்தை நெருங்கும் விந்து சுற்றிய நூல் பந்துபோல் உள்ளது. பின்னர் இவ்விழையமைப்பு பிரிந்து அண்டத்தின் உட்கருவின் வெளிச்சவ்வின் மேல் படிகிறது. பின்னர் இவ்வுட்கரு அண்ட உட்கருவின் உள்ளே செல்கிறது. இந்நிலையில் சிறு புள்ளிபோல் நியூக்ளியோலஸ் தோன்றி பெரிதாக வளர்கிறது. இழையமைப்பில் உள்ள விந்து சிறு பகுதிகளாகப் பிரிந்து அண்ட உட்கருவின் குரோமாட்டின் இழையமைப்போடு பிரித்தறிய முடியாதபடி கலந்து விடுகிறது. அதே நேரத்தில் விந்துவில் தோன்றிய நியூக்யோலஸ்சோடு அண்ட உட்கருவின் நியூக்லியஸ்சோடு கலந்து விடுகிறது. மேற்சொன்னவாறே மற்றொரு விந்து இரண்டாம்நிலை உட்கருவோடு இணைந்து விடுகிறது. பெரும்பாலானவற்றில் இணைவு புரோபேஸ் நிலையில் நிகழ்கிறது. இணைவிகள் மூன்று முக்கிய வகைகளில் இணைகின்றன. முதல் வகையில் சைகோட்டில் முதல் மைட்டாசிஸ் பகுப்பு தொடங்கும் முன்பே இணைவு முழுமையடைகிறது. இது மைட்டாசிஸ் முன் நிலை (Premitotic) எனப்படும். இரண்டாம் வகையில் விந்துவும் அண்ட உட்கருவும் இணைந்த நிலையில் டி.என்.ஏ அதிகரிப்பு முடிந்தவுடன், முதல் மைட்டாசிஸ் பகுப்பு தொடங்கிய பின்பே இணைவு முழுமையடைகிறது. இது மைட்டாசிஸ் பின்நிலை (Postmitotic) எனப்படும். மூன்றாம் வகையில் அண்டத்துடன் விந்து இணைந்து ஒட்டியபடி இருந்து டி.என்.ஏ. அதிகரிப்பு நிகழுந்த பின்னர் சைகோட்டின் முதல் மைட்டாசிஸ் பகுப்பு தொடங்குகிறது.. இது மைட்டாசிஸ் இடைநிலை இணைவு (Intermediate Mitotic) எனப்படும்.

பெரும்பாலான ஆய்வாளர்கள், விந்துவைச் சுற்றியுள்ள சைட்டோபிளாசம் அண்ட சைட்டோபிளாசத்தோடு சேருவதில்லை என்று கருதுகிறார்கள். ஆனால் *வாலிஸ்நீரியா* (*Vallisneria*) தாவரத்தில் வைலி (Wylie) என்பார் இரு சைட்டோபிளாசமும் இணைகிறது என்பதை விரிவாக விளக்கியுள்ளார். மேலும் சில ஆய்வாளர்கள் விந்து உட்கருவாகவே இணைதலில் பங்கு கொள்கிறதென்றும், இணைவுக்கு முன் சைட்டோபிளாசத்தை இழந்து விடுகிறது என்றும் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளனர்.

பொதுவாக ஒவ்வொரு சூலிலும் ஒரு மகரந்தக் குழலே ஊடுறுவி வளர்கிறது, ஆனால் காம்ப்டன் (Compton) என்பவர் *லிக்னிஸ்* (*Lychnis*)

தாவரத்தில் இரண்டு கருப்பை, இரண்டு குழல்கள் காணப்படுவதை வெளியிட்டுள்ளார்.

∴பேசியோலஸ் வல்காரிஸ் (*Phaseolus vulgaris*) மற்றும் *ஸ்குர்ருலா* (*Scurulla*) தாவரங்களில் பல மகரந்தக் குழல்கள் வளர்ந்தாலும் முடிவில் ஒன்று மட்டுமே கருப்பையை அடைகிறது. எனவே ஒவ்வொரு தாவரமும் அதிகப்படியான குழல்கள் வளர்ந்தாலும் அவற்றை தடைசெய்து கொள்ளும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. மிகவும் அரிதாக *காசிபியம்* (*Gossipium*), *ஜுக்லன்ஸ்* (*Juglans*), *ஆர்கிஸ்* (*Orchis*) போன்ற தாவரங்களின் கருப்பையில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட குழல்கள் வளர்ந்திருப்பதை காணமுடிகிறது. பொதுவாக விந்துக்கள் எண்ணிக்கை இரண்டாக இருப்பினும் அரிதாக *கஸ்குட்டா, வின்கா, பார்தினியம்* போன்றவற்றில் 3 அல்லது 4 விந்துக்கள் காணப்படுகின்றன. இதனால் இரண்டு விந்துக்கள் அண்டத்தோடு இணைந்து பன்மடியக் கரு தோன்ற வாய்ப்பு உள்ளது. சில சமயம் ஒரு விந்து சைனெர்ஜிட் உட்கருவுடன் இணைந்து விடுகிறது. எதிரடிச் செல்களும் சில சமயம் கருவுறக்கூடும். *நைஜெல்லா, அல்மஸ்* போன்ற தாவரங்களில் இந்நிலையை டெர்ஷா (Derschau) விளக்கியுள்ளார். இரண்டாம் நிலை உட்கருவோடும் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட விந்துக்கள் இணைந்து பன்மடியத் தன்மை தோன்ற வாய்ப்புள்ளது. ஒரு சில தாவரங்களில் அண்டம் மட்டுமே கருவுறுகிறது. இது ஒற்றைக் கருவுறல் எனப்படும்.

பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் மகரந்தக்குழல் கருவுறுதலுக்குப்பின் மறைந்துவிடும். ஆனால் *அல்மஸ்* போன்ற தாவரங்களில் கருவளர்ந்த பின்பும் குழல் காணப்படுகிறது. *குக்கர்பிட்டா, ஒட்மலியா* தாவரங்களில், வளரும் கருவிற்கு மகரந்தக்குழல் உறுஞ்சு உறுப்பாக சிலகாலம் செயல்படுகிறது. ஒனக்ரேசி குடும்பத்தில் குழல் பல கிளைகளாக கிளைத்து உணவுப் பொருளை உறிஞ்சி வளரும் கருவிற்கு அளிக்கிறது.

நவாஷின் (Nawaschin) என்பார் தமது ஆராய்ச்சி முடிவில் மகரந்தக் குழலின் நுனியில் அதிக வண்ணத்தை ஈர்த்துக் கொள்ளும் சில அங்கங்களை X – அங்கங்கள் எனக்குறிப்பிட்டார். இவைகள் சிதைந்த சைனெர்ஜிட் உட்கருக்களாகவோ, உடல்செல்லின் உட்கருக்களாகவோ, இணைவிகளின் சைட்டோபிளாச படலங்களாகவோ, குழல் அருகில் உள்ள சூல் திசு செல்களின் நசிந்த

உட்கருக்களாகவோ இருக்கக்கூடும் என அறிவியலாளர்கள் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார்.

20. எண்டோஸ்பெர்ம்

கருவுறுதல் நிகழ்ச்சிக்குப் பின் தோன்று கருவின் வளர்ச்சிக்கு எண்டோஸ்பெர்ம் திசு இன்றியமையாததாகும். இத்திசு கருப்பையில் உள்ள இரண்டாம்நிலை உட்கருவோடு ஒரு விந்து இணைவதன் மூலம் உண்டாகும் மூன்றுமடியத் (3n) திசுவாகும். ஆர்கிடேசி குடும்பத்தில் மூன்று உட்கருச்சேர்க்கை ஏற்பட்டாலும் அது எண்டோஸ்பெர்மை தோற்றுவிக்காமல் சிதைந்து, மறைந்துவிடுகிறது. பொடாஸ்டமேசி குடும்பத்தில் சூல் திசுவில் ஒரு பொய்க் கருப்பை உண்டாகி அதனுள் கரு வளர்வதால் எண்டோஸ்பெர்ம் திசு தோன்றுவதில்லை.

எண்டோஸ்பெர்ம் மூன்று வகைகளில் தோன்றுகிறது. அவை முறையே தனி உட்கரு வகை (Nuclear type), செல் வகை (Cellular type), ஹுலோபியல் வகை (Helobial type) எண்டோஸ்பெர்ம்கள் எனப்படும்.

1. உட்கருவகை எண்டோஸ்பெர்ம் (Nuclear endosperm): கருப்பையில் இரண்டாம்நிலை உட்கருவோடு ஒரு விந்து இணைவதன் மூலம் உண்டாகும் மும்மடிய உட்கரு (3n) முதல் நிலை எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கரு (Primary endosperm nucleus) எனப்படும். இவ்வுட்கரு தொடர்ந்து மீண்டும் மீண்டும் பகுப்படையும் போது குறுக்குச் செல்சுவர்கள் தோன்றுவதில்லை. உட்கருவின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது சூல்துளை, சலாசா பகுதிகளில் உட்கரு தள்ளப்பட்டு நடுவில் மிகப்பெரிய நுண்குமிழ்ப்பை தோன்றுகிறது (*அக்ரொட்ரீமா – Actrotrema*, படம்.20.1).. பக்கவாட்டில் மெல்லிய சைட்டோபிளாச இழையில் ஒரு சில உட்கருக்கள் மட்டுமே காணப்படும். *மூசா எர்ரன்ஸ்* (*Musa errans*) தாவரத்தில் கருப்பையின் ஒரு சில இடங்களில் உட்கருக்கள் வேகமாக பகுப்படைந்து கோளவடிவ தனித்த முண்டுகளைத் (endosperm nodulus) தோற்றுவிக்கின்றன. இது தனிப்பட்ட நிலையில் சைட்டோபிளாசத்தால் சூழப்பட்டிருக்கும்.

கருப்பையில் சலாசா பக்கமுள்ள உட்கருக்கள் பெரும்பாலும் பெரியதாகக் காணப்படும். எ.கா. *கொல்லூடியா (Colutea), ரெனன்குலஸ் (Ranunculus), பிரைமுலா (Primula), டிலியா (Tilia), மாலஸ் (Malus)* போன்ற தாவரங்களில் சலாசா பக்கமுள்ள அருகருகாக உள்ள உட்கருக்கள் இணைவதால் அவை உருவத்தில் பெரியதாக காணப்படுகிறது. *எகினோசிஸ்டிஸ் மேக்ரோகார்பாவில் (Echinocystis macrocarpa)* எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கரு முதலில் 10 மைக்ரான் குறுக்களவு கொண்டதாக இருந்து பின்னர் 150 முதல் 200 மைக்ரான் அளவு பெரிதாகிறது. இதில் நியூக்ளியோலஸ்களின் எண்ணிக்கை வேறுபட்டு முட்டை அல்லது ஒழுங்கற்ற வடிவில் காணப்படுகின்றது. இதனால் பன்மடியத் தன்மை அடைகிறது. *சாச்னெரியா லாடி:போலியா (Zauchneri latifolia)* தாவரத்தில் உட்கருக்கள் ஒழுங்கற்று பகுப்படைவதால் அளவில் வேறுபட்ட பல உட்கருக்கள் தோன்றுகின்றன. *மாஞ்சிபெரா (Mangifera), பிரைமுலா (Primula)* போன்றவற்றில் நூற்றுக்கணக்கான உட்கருக்களும் *கேலாட்ராபிஸ் (Xeranthemum), சிராந்திமம் (Xeranthemum)* போன்றவற்றில் 8 முதல் 16 உட்கருக்களே காணப்படுகின்றன. செல்சுவர் தோன்றும் போது பெரும்பாலும் கருப்பையின் மேற்புறம் தொடங்கி கீழ்ப்புறமாக முடிகிறது. *டக்கா (Tacca)* போன்ற தாவரங்களில் எல்லா இடங்களிலும் சமகாலத்தில் செல்சுவர் தோன்றுகிறது. உட்கருக்களுக்கிடையே சைட்டோபிளாசத்தில் நுண்ணிய நுண்குமிழ்ப்பைகள் தோன்றி அவை இணைவதால் சைட்டோபிளாசம் பகுக்கப்பட்டு அவ்விடங்களில் செல்சுவர் தோன்றுகிறது (படம்.20.1.C,D). எனினும் ஒரு சில தாவரங்களில் கருப்பை சுவரை ஒட்டி மட்டும் செல்சுவரும் நடுவில் செல்சுவர் இல்லாமலும் உட்கருக்கள் காணப்படலாம். சில எடுத்துக்காட்டுகளில் சூல்துளை பகுதியில் மட்டும் செல்சுவரும் சிலவற்றில் சலாசா பகுதியில் மட்டும் செல்சுவர் தோன்றலாம். ஒரு செல்லில் ஓர் உட்கரு அல்லது பல உட்கருக்களும் காணப்படலாம். புரோட்டியேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்த *மெகாடேமியா டெர்னி:போலியா (Macadamia ternifolia)* தாவரத்தில் (படம்.20.2.A,B) சலாசா பக்கம் செல்சுவர் உண்டாகாமல் தனி உட்கரு நிலையிலே வளர்ந்து அனேக கிளைகளாக மாறி சூலின் சலாசா பகுதி செல்களை ஊடுருவி

வளர்ந்து உறுஞ்சு உறுப்பாக மாறிவிடுகிறது. *கிரெவில்லியா ரொபஸ்டா* (*Grevillea robusta*) தாவரத்தில் (படம்.20.2C,D.) இவ்வுறுஞ்சு உறுப்பு புழுவினைப் போல் நீண்டு சுருண்டிருப்பதால் இது புழுவங்க நீட்சி (Vermiform appendage) எனப்படும்.

செல்வகை எண்டோஸ்பெர்ம் (Cellular endosperm) இவ்வகையில் முதன்நிலை எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கரு தொடர்ந்து பகுப்படையும் அதே சமயத்தில் தொடர்ச்சியாக செல்சுவரும் தோன்றிக் கொண்டே இருக்கும். (*டரென்னா* – *Tarenna,* படம்.20.3A) இதனால் கருப்பை பல அறைகளாக பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு செல்லும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உட்கருவினைப் பெற்றிருக்கும். எ.கா *கொரல்லோரைசா* - Corollorhiza (ஆர்கிடேசி, படம். 20.3B) பெரும்பாலான தாவரங்களில் முதல் மூன்று பகுப்புகள் குறுக்குப் போக்கில் நடைபெறுவதால் ஒரே வரிசையில் நான்கு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட செல்கள் தோன்றுகின்றன. எ.கா. அனோனேசி, அரிஸ்டலோகியேசி, ஜென்சியனேசி, போராஜினேசி ஆகிய குடும்பங்களில் மேற்கூறிய முறையில் செல்வகை எண்டோஸ்பெர்ம் தோன்றுகிறது (படம். 20.3.C *பிளெட்டியா ஷெப்பெர்டை*). ஆனால் *அடோக்சா* (Adoxa) தாவரத்தில் முதலில் நடைபெறும் இருபகுப்புகளும் நெடுக்காகவும் அதைத் தொடர்ந்து குறுக்குப் பகுப்பும் நடைபெறுவதால் இரண்டு அடுக்கில் அமைந்த எட்டு செல்கள் உண்டாகின்றன. பின்னர் ஒவ்வொரு செல்லிலும் பகுப்புகள் ஒழுங்கற்ற முறையில் நடைபெறுகிறது.

சிம்பெட்டாலே, ஆர்க்கிகிளமிடே, ஒரு விதையிலை தாவரங்களில் செல்வகை எண்டோஸ்பெர்ம் சூல்துளை பகுதியிலோ அல்லது சலாசா பகுதியிலேயோ உறுஞ்சு உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. *தீசியம்* (*Thesium*), *பலனோ:போரா* (*Balanophora*) போன்ற தாவரங்களில் முதல் பகுப்பால் சூல்துளை பக்கம் ஒரு செல்லும் சலாசா பக்கம் ஒரு செல்லும் உண்டாகிறது. இதில் சூல்துளை பக்கமுள்ள செல் மட்டுமே தொடர்ந்து பகுப்படைகிறது. சலாசா பக்கமுள்ள செல் எண்டோஸ்பெர்மின் உறுஞ்சு உறுப்பாக நீண்டு கிளைத்துக் காணப்படுகிறது (*நிமோ:பிலா* – *Nemophila,* படம்.20.5A). *இம்பேஷன்ஸ்* (Impatiens) தாவரத்தில் சூல்துளைப் பக்கம் தோன்றும் மேலே உள்ள செல் மிகப்பெரிய உறுஞ்சு உறுப்பாக வளர்ந்து பல கிளைகளைத் தோற்றுவித்து சூலகக் காம்பு வரை ஊடுறுவிச் செல்கிறது (*சென்ட்ரான்திரா* - *Centranthera,* டால்க்ரன், 1934, படம்.20.5.B.1-3)

ஒபிலியா (*Opilia*), கேன்ஸ்ஜெரா (*Cansjera*) தாவரங்களில் சலாசா பக்கம் தோன்றும் உறுஞ்சு உறுப்புகள் சூலகத்தைத் தாண்டி அதன் மலர்க்காம்பு வரை ஊடுறுவிச் செல்கிறது. வெர்பினேசி, அகாந்தேசி (ரூயில்லியா, படம்.20.4,A-J), பெடாலியேசி, லெண்டிபுலாரியேசி, கம்பானுலேசி, லோபிலியேசி போன்ற குடும்பத் தாவரங்களில் சலாசா சூல்துளை ஆகிய இருபக்கமும் உறுஞ்சு உறுப்புகள் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

அக்காந்தேசி (Acanthaceae) குடும்பத்தில் முதன்நிலை எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கரு சலாசா பக்கம் நகர்ந்த பின் பகுப்பு நடைபெறுவதால் பெரிய செல் சூல்துளை பக்கமும் சிறிய செல் சலாசா பக்கமும் உண்டாகிறது, பெரிய செல் மீண்டும் குறுக்காக பகுப்புறுவதால் நடுவில் அமையும் எண்டோஸ்பெர்ம் செல் பிரதான (படம்.20.5C) எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவையும் சூல்துளை மற்றும் சலாசா பக்கமுள்ள செல்கள் உறுஞ்சு உறுப்பாக மாறி செயல்படுகிறது. *அவிசினியா* (*Avicennia*,படம்.20.5.c) தாவரத்தில் தோன்றும் எண்டோஸ்பெர்ம், செல்வகையினதாகவோ அல்லது உட்கருவகையைச் சேர்ந்ததாகவோ அல்லது இரண்டும் கலந்த அமைப்பாகவோ காணப்படலாம் (*குரோசாண்டிரா* – *Crossandra*, *ருயிலியா* – *Ruellia*, படம்.20.4).

என்டோஸ்பெர்ம் தொடக்க பகுப்பின் அடிப்படையிலும், உறுஞ்சு உறுப்பு உண்டாதல், அதில் செல்களின் எண்ணிக்கை அமைப்பு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் ஸிகிரா∴புலாரியேசி (Schrophulariaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் ஆறு தொகுதிகள், பதினாறு வரிசைகள், முப்பத்தொரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது (தியாகி மற்றும் வர்கீஸ்). லோராந்தேசி குடும்பத்தில் லொராந்தாய்டி (Loranthoideae) பிரிவில் உள்ள தாவரங்கள் ஒரே சூலகத்தில் பல சூல்களைச் சேர்ந்த செல்வகை எண்டோஸ்பெர்ம் திசுக்கள் அருகருகாக வளர்வதால் அவை அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு கூட்டு எண்டோஸ்பெர்மை (Compound endosperm) உருவாக்குகின்றன. இவ்வகை கூட்டு எண்டோஸ்பெர்ம் அமைந்திருப்பது லொராந்தாயிடியே பிரிவைச் சேர்ந்த தாவரங்களுக்குரிய சிறப்புப் பண்பாக கருதப்படுகிறது.

ஹீலோபியவகை எண்டோஸ்பெர்ம் (Helobial endosperm): இவ்வகையில் முதனிலை எண்டோஸ்பெர்ம் செல் பகுப்படைந்ததும் செல் சுவர் தோன்றி பெரிய செல் சூல் பக்கமும் சிறிய செல் சலாசா பக்கமும்

தோன்றுகின்றன. தொடர்ந்து வரும் பகுப்புகளின் போது இரு செல்களிலும் செல் சுவர் தோன்றுவதில்லை. பெரிய செல்லில் இருந்து எண்டோஸ்பெர்ம் திசு தோன்றும் போது சிறிய செல் அழிந்து மறைந்து விடுகிறது எ.கா:: *ஷீயுசெரியா* (*Scheuchzeria*, படம்.20.6). இவ்வகை எண்டோஸ்பெர்ம் ஒரு விதையிலை தாவரத்தைச் சேர்ந்த ஹைட்டிரோகேரிடேசி (Hydrocharitaceae), அமாரில்லிடேசி (Amaryllidaceae), ஹைபாக்சிடேசி (Hypoxidaceae), பர்மானியேசி (Burmanniaceae), ஜின்ஜிபெரேசி (Zingiberaceae) போன்ற குடும்பங்களில் காணப்படுகின்றன.. ஹீலோபியவகை எண்டோஸ்பெர்ம் *எரிமுரஸ்* (*Eremurus*, படம்.20.6.2-5) தாவரத்தில் தோன்றும் போது முதல் பகுப்பில் பெரிய செல் சூல் துளை பக்கமும் சிறிய செல் சலாசா பக்கமும் தோன்றுகிறது. பொதுவாக இரண்டு செல்களிலும் தொடர்ந்து உட்கருவகை எண்டோஸ்பெர்ம் தோன்றும் வகையில் உட்கரு பகுப்படைகிறது. பெரிய செல்லில் பகுப்புகள் துரிதமாகவும் சிறிய செல்லில் மெதுவாகவும் நடைபெறுகிறது. சலாசா பக்கம் 30 முதல் 32 உட்கருக்கள் இருக்கும் நிலையில் சூல்துளை பக்கம் எண்ணற்ற உட்கருக்கள் தோன்றிவிடுகின்றன. எண்டோஸ்பெர்ம் வளரும் போது சலாசா பக்கம் படிப்படியாக சைட்டோபிளாசம் குறைந்து மறையத் தொடங்குகிறது. சூல்துளைப் பக்கம் உட்கருக்களுக்கிடையே செல்சுவர் தோன்ற ஆரம்பிக்கிறது. இந்நிலையில் சலாசா பக்கம் உள்ள செல் முழுவதும் நசுங்கி சிதைந்த உட்கருக்களோடு காணப்படுகிறது. *எகினோடோரஸ்* (*Echinodorus*), *வாலிஸ்நீரியா* (*Vallisnerai*), *எனாலஸ்* (*Enalus*) போன்ற தாவரங்களில் சலாசா பக்கம் உள்ள செல்லில் உட்கரு பகுப்படையாமல் மிகப் பெரியதாக வளர்ந்து நடுவில் நுண்குமிழ்ப் பையுடன் காணப்படுகிறது. *மஸ்காரி ரெசிமோசம்* (*Muscari racemosum*) தாவரத்தில் சலாசா பக்கம் 128 உட்கருக்கள் வரை உண்டாவதை ஸ்வென்சன் எனும் அறிவியலார் கண்டுள்ளார். எனினும் வளர்ச்சியடையும் போது உட்கருக்கள் சிதைவடைந்து விடுகின்றன (படம்.20.6.6,7). ஒரு சில தாவரங்களில் இச் செல்லில் செல்சுவர் தோன்றுவதையும் கண்டுள்ளனர். ஒரு சிலவற்றில் சலாசா பக்கமுள்ள செல்கள் உறிஞ்சு உறுப்பாக செயல்படுகின்றன. *ஹாலோ:பிலா ஒவேட்டா* (*Halophila ovata*) தாவரத்தில் லட்சுமணன் எனும் அறிவியலாளர், சலாசா பக்கம் உள்ள அறையில் அடிப்பகுதியில் உள்ள சூல் திசுவுடன் சலாசா எண்டேஸ்பெர்ம் திசு தொடர்பு கொண்டு உறுஞ்சு உறுப்பாக செயல்படுகிறது என தெரிவித்துள்ளார். *ஹையோசியாமஸ் நைஜெர்* (*Hyocyamus niger*) தாவரத்தில் முற்றிலும் மாறுபட்ட நிலையில் முதல் பகுப்பு நடைபெறும் போது சிறிய செல்

சூல்துளை பக்கமும் பெரிய செல் சலாசா பக்கமும் தோன்றுகிறது. ஒரு சில பகுப்புகள் நடைபெற்று சிறிய செல்லில் தடுப்பு சுவர்களும் தோன்றுகின்றன. பெரிய செல்லில் உட்கருவகை எண்டோஸ்பெர்ம் தோற்றுவிக்கப்பட்டு இரண்டும் பின்னர் இணைந்து விடுகின்றன.

பொதுவாக ஹீலோபிய எண்டோஸ்பெர்ம், உட்கருவகை செல்வகை எண்டோஸ்பெர்ம்களுக்கு இடைப்பட்டதாய் இருப்பினும் எவ்வித மரபுவழித் தொடர்பும் தெளிவாக இல்லை. மேற்சொன்ன மூவகைப் பிரிவும் விவரிப்பதற்கு வசதியான பிரிவுகள் என்றே கருத வேண்டும். ஒரு சில அறிவியலாளர்கள் உட்கரு வகை அகலமான குட்டையான கருப்பைகளிலும், செல்வகை எண்டோஸ்பெர்ம் நீண்ட குறுகலான கருப்பைகளிலும் உண்டாகிறது என கருத்து தெரிவித்துள்ளனர். ஒரு சிலர் கருவளர்ச்சியின் அடிப்படையில், வேகமாக வளரும் கருவில் உட்கருவகை எண்டோஸ்பெர்மும், மெதுவாக வளரும் கருவில் செல்வகை எண்டோஸ்பெர்மும் தோன்றுகிறது எனக் கருத்து தெரிவித்துள்ளனர்.

சுவாமியும் பரமேஸ்வரனும் (Swamy & Parameswaran, 1947), சுவாமியும் கிருஷ்ணமூர்த்தியும் (Swamy & Krishnamoorthy, 1971) ஹீலோபிய வகை எண்டோஸ்பெர்ம் உள்ள தாவரங்களை ஆராய்ந்து தங்களது கருத்தினை வெளியிட்டுள்ளனர். இதன்படி இவ்வகை கருவளர்ச்சி ஒரு விதையிலைத்தாவரங்களில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இருவிதையிலை எண்டோஸ்பெர்ம் ஹீலோபிய வகையிலிருந்து தாவரங்களில் பல நிலைகளில், அம்சங்களில், அமைப்பினில் வேறுபடுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக இருவிதையிலை தாவரங்களில் முதன்நிலை எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கரு அமைவிடம் வேறுபடுவதால் முதலிரண்டு செல்களின் அளவு வேறுபடுகிறது. மேலும் சலாசா பக்கமுள்ள செல்லிலே தான் முதன்முதலில் செல்சுவர் தோன்றுகிறது. ஒருவிதையிலை தாவரங்களில் முதன்நிலை எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கரு ஒருகுறிப்பிட்ட இடத்தில் இருப்பதால் முதலிரு செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் தோன்றுகின்றன. இதில் சூல்துளை பக்கம் உள்ள செல்லிலே முதலில் செல்சுவர் தோன்றுகிறது. எனவே ஒரு விதையிலை தாவரத்தில் காணப்படுவதே ஹீலோபிய வகை என்றும், இருவிதையிலையில் காணப்படுவது உட்கரு வகை அல்லது செல்வகை எண்டோஸ்பெர்மின் திரிபுகளே என கருத்து தெரிவித்துள்ளனர்.

எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவின் அமைப்பு - இச்செல்கள் மும்மடியத்தன்மை உடையதாகவும் சமபக்க அளவுள்ளதாகவும் உணவுப் பொருட்களை

சேமிக்கும் செல்களாகவும் காணப்படுகின்றன. செல்சுவர் குழிகளற்று மெல்லியதாகக் காணப்படும். ஆனால் ஃபைட்டெலிஃபஸ் (*Phytelephas*), ஃபிரிட்டிலேரியா (*Fritillaria*) போன்ற தாவரங்களில் இவை தடித்து குழிகளோடு காணப்படுகின்றன. செல்கள் ஓரொழுங்காகவோ அல்லது வரிசையமைப்பிலோ காணப்படலாம். குழிக்கால்வாய்கள் நீண்டு வாய்ப்புறம் அகன்றுள்ளது. பல தாவரங்களில், செல்களிடையே தெளிவான பிளாஸ்மோடெஸ்மோக்கள் காணப்படுகின்றன. உட்கருக்கள் பன்மடியத் தன்மை உடையதாகவும், மைட்டாசிஸ் ஒழுங்கற்ற முறையில் நடைபெறுவதால் குரோமோசோம்கள் பிளவுற்றும், துண்டிக்கப்பட்டும், அளவுகள் வேறுபட்டும், நியூக்ளோலஸ்களின் எண்ணிக்கை வேறுபட்டும் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக எண்டோஸ்பெர்ம் வளரும் கருவிற்கு ஊட்டச் சத்துக்களை அளிக்கும் திசுவாகும். புல் போன்ற தாவரங்களில் எண்டோஸ்பெர்ம் வெளியடுக்கில் அலியுரான் மணிகள் நிரம்பிக் காணப்படும். இவ்வடுக்கு புரதச் சேமிப்பு மற்றும் நொதிகளைச் சுரக்கும் அடுக்காக பணி செய்கிறது. *கிரைனம்* (*Crinum*) தாவரத்தில் மெல்லிய பெரிகார்ப் அழிந்துவிடுவதால் எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவின் வெளியடுக்கு சூபரின் படிந்து தடிப்புற்று பாதுகாப்பு அடுக்காக மாறிவிடுகிறது.

ரூமினேட் எண்டோஸ்பெர்ம் (Ruminate endosperm) : ஒரு சில தாவரங்களில் முதிர்ந்த விதையில் எண்டோஸ்பெர்மின் வெளிப்பரப்பு ஒழுங்கற்று அரிக்கப்பட்டது போல் காணப்பட்டதால் அரிக்கப்பட்ட என்ற பொருள் தரும் ரூமினேட் என்ற சொல் பயன்படுத்தப்பட்டது. பெரியசாமி (Periasamy, 1960) என்ற அறிவியலாளர் ரூமினேட் எண்டோஸ்பெர்ம் பற்றிய பல அறிவியல் தகவல்களை வெளியிட்டுள்ளார். இத் ப எண்டோஸ்பெர்ம் இருவிதையிலைத் தாவரங்களில் [illegible]து குடும்பங்களிலும் ஒரு விதையிலைத் தாவரத்தில் ஒரு குடும்பத்திலும் காணப்படுகிறது. முதிர்ந்த நிலையில் இவ்வெண்டோஸ்பெர்ம் வெளிப்பரப்பு ஒழுங்கின்றி மேடு, பள்ளங்கள், குழிகள், கால்வாய்கள் பெற்றுள்ள ஒரே தன்மையில் மற்றவற்றில் இருந்து வேறுபடுகிறது. இதனால் விதையின் உட்பரப்பும் வளைவு, நெளிவுகளைப் பெற்றுள்ளது. இதில் விதையுறையின் உட்பரப்பு, எண்டோஸ்பெர்ம் வெளிப்பரப்பு, சலாசா திசு ஆகியவை குறிப்பிடத் தக்க பங்கு பெருவதால் ரூமினேட் எண்டோஸ்பெர்ம் தோன்றுகிறது.

விதையுறை அடுக்குகளில் ஏதாவது ஒரு செல்லோ அல்லது ஒரு அடுக்கோ ஆரப்போக்கு நீட்சியடைவதாலோ அல்லது விதையுறையின் உள்நோக்கு வளர்ச்சி அல்லது விதையுறை மடிந்து

கொள்வதாலோ இத்தகைய எண்டோஸ்பெர்ம் தோன்றுகிறது. எ.கா. *மிரிஸ்டிகா ஃப்ராக்ரென்ஸ்* (***Myristica fragrans***), *டிலியகோரா ரெசிமோசா* (***Tiliocora racemosa***), *டையோஸ்பைரஸ் குளோரோசைலான்* (***Diospyros chloroxylon***), *பாமே* (**Palmae**). *அன்னோனா* (***Annona***), *ஸ்பைஜீலியா* (***Spigelia***), *எர்வடாமியா* (***Ervataemia***), *வெஸ்பாங்கம்* (***Vesbascum***), *டெட்ரானிமா* (***Tetranema***), *எலிட்ரேரியா* (***Elytraria***), *பாசிஃபுளோரா* (***Passiflora***), *கோகோலோபா* (***Coccoloba***) படம். 20.7. ஒற்றை சூலுறை கொண்ட *எர்வடாமியா, ராண்டியா* போன்ற தாவரங்களிலும், ஒரே ஒரு விதையுறை அடுக்கு கொண்ட *கோகலோபா* தாவரத்திலும் சூலுறை சலாசா திசுக்களில் உள்ள ஓர் அடுக்கு செல்லில் காணப்படும் மடிப்புகளே ரூமினெட் எண்டோஸ்பர்மை உருவாக்குகிறது. *ஏலிட்ரேரியா, அண்டிரோகிராபிஸ்* போன்ற அகாந்தேசி குடும்பத் தாவரங்களில் எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவே ஒழுங்கின்றி வளர்ந்து மேடு பள்ளங்களுடன் அமைந்து ரூமினேட் எண்டோஸ்பெர்மை தோற்றுவிக்கிறது.

21. கரு வளர்ச்சி

கருப்பையில் கருவுறுதலின் போது அண்டமும், விந்துவும் இணைந்து இரட்டைமடிய (2n) தன்மையைக் கொண்ட சைகோட் உருவாகிறது. சைகோட்டே இரட்டைமடிய தன்மை கொண்ட வித்தகத் தாவர (ஸ்போரோ.்.பைட்) சந்ததியின் முதல் செல்லாகும். முதலில் இச்செல்லில் காணப்படும் நுண்குமிழ்பைகள் மறைந்து ஒரே மாதிரியான சைட்டோபிளாசத்தோடு காணப்படுகிறது. சைகோட் ஒரு குறிப்பிட்ட கால ஓய்விற்குப் பின் பகுப்படைய ஆரம்பிக்கும். அந்நேரத்தில் மீண்டும் மிக நுண்ணிய நுண்குமிழ்பைகள் சைட்டோபிளாசத்தில் தோன்றி விரவிய வண்ணமிருக்கும். பொதுவாக பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் இரட்டைகருவுருதலுக்குப் பின் முதன்நிலை எண்டோஸ்பெர்ம் உட்கருவே முதலில் பகுப்படையத் தொடங்கும். சைகோட் பின்னரே பகுப்படைய ஆரம்பிக்கும். சைகோட் *தியோப்ரோமா கோகோவா* வில் (*Theobroma cacao*) 4 முதல் 5 நாட்களும் *கேரியா இல்லினோயென்சிஸ்* (*Carya illinoensis*) *எபிடெண்டிரம் பிரிஸ்மேடோகார்பம்* (**Swamy,** 1948, *Epidendrum pristocarpum*) ஆகிய தாவரங்களில் ஆறுவராங்களும் *விஸ்கம் ஆல்பம்* (*Viscum album*) தாவரத்தில் எட்டு வாரங்களும் *கோல்சிகம் ஆட்டம்னேல்* (*Colchicum autumnale*) தாவரத்தில் நான்கு முதல் ஐந்து மாதங்களும் ஒய்வில் இருந்த பின்னரே பகுப்படைய ஆரம்பிக்கிறது. ஆனால் கம்பாசிட்டே, கிராமினியே குடும்பங்களில் ஐந்து முதல் பத்து மணி நேரத்திலும் *ஒரைசா சட்டைவா* (*Oryza sativa*) தாவரத்தில் கருவுற்ற ஆறுமணி நேரத்திலும் பகுப்பு நடைபெறுகிறது.

பூக்கும் தாவரங்களில் சைகோட்டின் பகுப்பு பெரும்பாலும் குறுக்காக நடைபெறுகிறது. இதில் சூல்துளைப் பக்கம் கருப்பையில் ஒட்டிய நிலையில் உள்ள செல் அடிசெல் என்றும் அதோடு இணைந்த அடுத்த செல் நுனி செல் என்றும் அழைக்கப்படும். இதற்கு விதி விலக்காக *பியோனியா* (*Paeonia*) பேரினத்தில் மட்டும் சைக்கோட் உட்கரு பலபகுப்புகளை அடைந்த பின்பும் செல்சுவர் உண்டாகாமல் தனிஉட்கரு நிலையிலேயே காணப்படுகிறது என்று எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது (இதனை மீண்டும் உறுதி செய்ய வேண்டும்).. பொதுவாக நுனி செல் குறுக்காகவோ அல்லது நெடுக்காகவோ பகுப்புறலாம். ஆனால் அடிசெல் பொதுவாக குறுக்காகவே பகுப்படைகிறது.

சைகோட்டின் முதல் பகுப்பிலிருந்து இளம்கரு (Proembryo) தோன்றும் வரை பகுப்பின் அடிப்படையில் கரு பல்வேறு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. சுவே (Soueges, 1920) *ஸ்னார்.:ப்,* (Schnarf, 1929), *ஜொஹான்சன்* (Johansen, 1945) போன்ற கருவியலாளர்கள் கரு பகுப்படையும் அடிப்படையில் பல்வேறு வகைகளைக் கண்டறிந்துள்ளனர். *ஜொஹான்சன்* கருத்துப்படி கரு இருவகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை, 1. சைகோட் குறுக்காக பகுப்படைதல் (வகை. 1) 2. சைகோட் நெடுக்காக பகுப்படைதல் (வகை. 2). வகை.1 மீண்டும் நுனி செல் பகுப்படையும் அடிப்படையில் இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அதில் துணை வகை 1-இல் நுனி செல் நீள்வாக்கில் பகுப்புறும் வகையாகும். இவ்வகையில் மீண்டும் இரண்டு உட்பிரிவுகள் உள்ளன. முதலாவது ஆஸ்டிராட் (Asterad) வகை: - இதில் இரு செல்களும் கருவை உருவாக்கும். இரண்டாவது ஒனக்ராட் (Onagrad) வகை. இதில் அடிசெல் கரு தோற்றுவிப்பதில் பங்கேற்பதில்லை. துணை வகை. 2 – மீண்டும் இருவுட் பிரிகளைக் கொண்டுள்ளது. (i) கீனபோடியவகை (Chenopodiad) இதில் இளங்கருவில் அடிசெல் பிரதானக் கருவை உருவாக்குகிறது. (ii) அடுத்த உட்பிரிவில் அடிசெல் கருவை உருவாக்குவதில் பங்கு கொள்வதில்லை. இப்பிரிவில் அடிசெல் இரு செல்களான *சஸ்பென்சாரை* உருவாக்கினால் அது சொலானட் வகை (Solanad) என்றும், அடிசெல் நேரடியாக சஸ்பென்சாராக செயல்பட்டால் அது கேரியோ.:.பில்ல வகை (Charyophyllad) எனவும் அழைக்கப்படும். வகை.2. – ல் சைகோட் நீள்வாக்கில் பகுப்படைவது, அது பைப்பராட் வகை (Piperad) எனப்படுகிறது. செல் பகுப்பின் அடிப்படையில் மறைந்த பேராசியர் மஹேஸ்வரி (1950) அவர்கள் ஐந்து அடிப்படை வகைகளை கண்டறிந்துள்ளார். அவர் கருத்துப்படி ஒனக்ராட் அல்லது குருசிபெர் வகை, ஆஸ்டிரெட் வகை, சொலானட் வகை கேரியோ.:.பில்லட் வகை, கீனபோடியாட் வகை ஆகியவையாகும்.

கருவளர்ச்சியை படிப்படியாக தெளிவாக அறிந்து கொள்ள ஆங்கில எழுத்துக்களைக் குறிப்பதே மரபாக உள்ளதால் அவ்வழியே இங்கும் பின்பற்றப்பட்டுள்ளது.

ஒனக்ராடம் வகை : இவ்வகையில் *காப்செல்லா பர்சாபாஸ்டோரிஸ்* (*Capsella bursa-pastoris*) எனும் தாவரத்தில் (படம்.21.1.A,B) கருவளர்ச்சி சுவே (Souege) என்பவரால் தெளிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளது. சைகோட் பகுப்படைந்து வரும் இரு செல்களில் (Ca, Cb) Ca

குறுக்காகவும் Cb நெடுக்காகவும் பகுப்படைந்து ⊥ வடிவில் நான்கு செல் இளங்கரு தோன்றுகிறது, நுனி செல் மீண்டும் பகுப்படைந்து 4 செல்லாகிறது. இது குவாட்ரன்ட் (Quadrant) எனப்படும். இவை குறுக்கு பகுப்புற்று எட்டு செல்லாகிறது. இது ஆக்டன்ட (Octant) எனப்படும். இதில் நுனி செல் நான்கும் தண்டு நுனியையும் விதையிலைகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. மேலே உள்ள நான்கு செல்கள் வித்திலை, கீழ்த் தண்டை தோற்றுவிக்கின்றன. இவை மீண்டும் பரிதிக்கு இணையான பகுப்படைவதால் எட்டு வெளி செல்களும் எட்டு உள் அல்லது நடு செல்களும் தோன்றுகின்றன. வெளி செல்கள் டெர்மடோஜன் அல்லது டியூனிகா அடுக்கையும். உள் செல்கள் கார்பஸ் அல்லது பெரிப்ளம், பிளீரோம் திசுக்களையும் தோற்றுவிக்கும். அதே நேரத்தில் Cb செல் குறுக்காக பகுப்புற்று 6 முதல் 10 சஸ்பென்சார் செல்களை ஒரே வரிசையில் உண்டாக்குகிறது. இதன் மேல் உள்ள செல் மட்டும் பெரியதாக வளர்ந்து உறுஞ்சு உறுப்பாக செயல்படும். சஸ்பென்சார் செல்வரிசையில் அடியில் உள்ள செல் (h) ஹைபோபைசிஸ் ஆக செயல்பட்டு ஒரு குறுக்குப் பகுப்பையும் தொடர்ந்து ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கான இரண்டு நெடுக்குப் பகுப்புகளால் எட்டு செல்லாகிறது. இதில் மேல் நான்கு செல்கள் வேரின் புறத்தோல், வேர் மூடியையும், கீழ் நான்கு செல்கள் வேர் புறணி தோற்றுவிப்பதில் தோற்றுவி செல்களாகின்றன. இளங்கருவின் நுனிப்பகுதி ஒரு கோள அமைப்பைப் பெற்று (கோளவடிவ கரு, *லுட்விஜியா பலுஸ்டிரஸ்* - படம்.21.2.B) பின்னர் விதையிலைகள் தோன்றுவதற்கான இடங்களில் செல்கள் வேகமாகப் பகுப்புற்று வளர்ந்து விதையிலைகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்நிலையில் கரு இதயத்தை (heart shaped) போன்ற தோற்றத்தில் இருக்கும். மேலும் வளரும் போது விதையானது குதிரை லாடம் போல் வளைந்து கொள்வதால் விதையிலைகளும் லாடவடிவில் (horse – shoe shaped) காணப்படும் (படம்.21.1B).

ஆஸ்டிரம் வகை (Asterad type) : ஆஸ்டிரேசி குடும்பத்தைச் சார்ந்த *லக்டுகா சட்டைவா* (*Lactuca sativa*) தாவரத்தை (படம்.21.2A) இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். இதில் சைகோட் குறுக்காக பகுப்புற்று Ca, Cb என இரு செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. Ca செல் நெடுக்காக பகுப்படைந்து q ஆகிறது. Cb குறுக்காக பகுப்படைந்து Ci, m செல்களை உண்டாக்கும். m நெடுக்காக பகுப்புற்று இரு செல்களாகும். Ci - குறுக்காக பகுப்படைந்து n', n ஆகிய இரு செல்களை உருவாக்குகிறது. இந்த எட்டு செல் இளங்கருவின் நான்கு

அடுக்குகளில், நுனி அடுக்கைத் தவிர ஏனைய அடுக்குகள் Cb செல்லிலிருந்து உண்டானவை. q செல்கள் அடுத்து சாய்வாகப் பகுப்புற்று ஒரே அடுக்காகவே உள்ளது. m செல்கள் மீண்டும் பகுப்புற்று 4 செல்களாகிறது. n நெடுக்காகவும் n' குறுக்காகவும் தொடர்ந்து பகுப்படைகிறது. பின்னர் q, m ஆகியவற்றில் பரிதிக்கு இணை பகுப்பு நடைபெற்று வெளி அடுக்கு டெர்மடோஜன் ஆகவும் உள்ளடுக்கு பெரிப்ளம் பிளீரோமாகவும் செயல்படத் துவங்கும். m அடுக்கு வித்திலை கீழ்த்தண்டு n, o முறையே வேர்நுனி, வேர் நுனியுறைக்கு ஆதாரமாகிறது.

சொலானம் வகை (Solanad type) : இவ்வகையை *நிகோடியானா* (*Nicotiana*) தாவரத்தின் (படம்.21.2.C) கருவளர்ச்சி மூலம் அறியலாம். சைகோட்டின் முதல் பகுப்பில் தோன்றும் Ca, Cb இரண்டும் மீண்டும் குறுக்குப் பகுப்பே அடைவதால் l,b,m,ci, என 4 செல்கள் ஒன்றன்கீழ் ஒன்றாகத் தோன்றுகின்றன. l, l' இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கான இரண்டு நெடுக்கும் பகுப்புகளால் 8 செல்லாகிறது. m,ci மீண்டும் குறுக்காகப் பகுப்புற்று d,f,n,n' தோற்றுவிக்கிறது. இதைத் தொடர்ந்து பகுப்படைந்து l விதையிலைகளையும் விதையிலை கீழ்த்தண்டு, வேரின் பெரிப்ளம், பிளீரோம் ஆகியவற்றையும் d வேர்நுனியையும், f, n, n' சஸ்பென்சாராகவும் மாறுகின்றன.

கீனோபோடியம் வகை (Chenopodial type) : இவ்வகைக்கரு வளர்ச்சிக்கு *கீனோபோடியம் போனஸ்--ஹென்ரிகஸ்* தாவரத்தை (படம். 21.3.A) எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம். சைகோட்டின் குறுக்குப் பகுப்பால் உண்டாகும் ca, cb மீண்டும் குறுக்குப் பகுப்பால் l, l', m, ci ஆகிய இளங்கருவாகிறது. இதில் l, l', m மூன்று செல்களும் ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கான இரண்டு நெடுக்குப் பகுப்புகளால் 4 செல்லால் ஆன அடுக்காகிறது. Ci பகுப்புற்று n, n' இரு செல்லாகி மீண்டும் பகுப்புற்று h, k. o, p என ஒரு வரிசையில் அமைந்த 4 செல்களாகிறது. l விதையிலைகளையும், l' வித்திலை கீழ்த்தண்டின் கீழ்பாகத்தையும், m வித்திலைத் தண்டின் மேல் பாகத்தையும் உண்டாக்குகின்றன. ci செல்லிலிருந்து உண்டான h செல்லைத் தவிர மற்றவை சஸ்பென்சாராகவும், h ஹைபோ.·.பைசிஸ் ஆகி வேர்நுனியையும் உண்டாக்குகிறது. (மையோசோடிஸ் ஹிஸ்பிடா, படம்.21.3.B).

கேரியோ.'.பில்லம் வகை (Charyophyllad type): *சாஜினா புரோகம்பன்ஸ்* (*Sagina procumbens*) தாவரத்தை (படம்.21.3C) இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம். சைகோட் பகுப்புற்று வரும் ca, cb செல்களில் cb பகுப்புறாமல் ஒரு பெரிய செல்லாகி மேற்கொண்டு எதிலும் பங்கு கொள்வதில்லை. ca செல் இருமுறை குறுக்குப் பகுப்படைந்து l, l', m, ci செல்களை உண்டாக்குகிறது. இவற்றில் l, l', m ஆகிய மூன்றும் நெடுக்காகவும், குறுக்காகவும் பகுப்படைகிறது. இதனால் l, l'. m. n, n' ஆகிய ஐந்தடுக்காகிறது. l, l', m ஆகிய அடுக்குகளில் பகுப்பு நெடுக்காக அதாவது முன்பகுப்பிற்கு குறுக்காக ஏற்படுகிறது. இதனால் மூன்று அடுக்கு குவாட்ரட்டுகள் உண்டாகிறது. n' நெடுக்காகவும், n' குறுக்காகவும் பகுப்படைந்து o, p ஆகிய செல்களாகிறது.. இந்த ஆறு அடுக்குகளில் l தண்டு முனையையும், l' விதையிலைகளையும், m வித்திலை கீழ்த்தண்டையும், n வேர்நுனிமுடியையும், o, p செல்கள் சிறிய சஸ்பென்சாரையும் தோற்றுவித்து cb செல்லோடு இணைந்து காணப்படும்.

ஒரு விதையிலைக் கருவின் வளர்ச்சி (Monocotyledons) இளங்கருவின் வளர்ச்சியில் ஒரு விதையிலைத் தாவரத்திற்கும் இருவிதையிலைத் தாவரத்திற்கும் பகுப்படைவதில் வேறுபாடுகள் இல்லை. ஆனால் முதிர்ந்த கரு அமைப்பு மிகவும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. *லுஜுலா .'.பார்ஸ்டெரி* (*Luzula fortsteri*) தாவரத்தை (படம்.21.4.A) எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம். சைகோட் குறுக்குப் பகுப்படைந்து ca, cb தோன்றியபின் ca நெடுக்காகவும், cb குறுக்காகவும் பகுப்படைகிறது. cb மீண்டும் பகுப்படைந்து ci, m செல்கள் உண்டாகிறது. ca அடுக்கின் செல்கள் குறுக்கில் பகுப்படைந்து அதனால் q குவாட்ரண்ட் தோன்றுகிறது. m நெடுக்காக பகுப்படைகிறது. ci குறுக்காகப் பகுப்படைந்து n, n' செல்கள் உண்டாகிறது. குவாட்ரன்ட் செல்கள் குறுக்குப் பகுப்பால் l, l' அடுக்குகளைக் கொண்ட ஆக்டன்ட் தோன்றுகிறது. l அடுக்கு ஒற்றை விதையிலையின் நுனியையும், l' விதையிலையின் அடிபாகம், வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு, தண்டுநுனியையும் தோற்றுவிக்கும் m வேர் நுனியுறையின் பகுதியையும், பெரிப்ளமும் தோற்றுவிக்கிறது. n வேர்நுனியுறையின் மீதிப்பகுதியையும், n' செல் குறுகிய சஸ்பென்சாரையும் தோற்றுவிக்கிறது.

போவேசி (Gramineae) குடும்பத்தில் கரு மிகவும் வேறுபட்ட முறையில் தோன்றுகிறது. *போவா அன்னுவா* (*Poa annua*) தாவரத்தை (படம். 21.4.B) எடுத்துக் காட்டாகக் கொள்ளலாம். சைகோட் குறுக்குப் பகுப்படைந்து ca, cb தோன்றிய பின், ca நெடுக்காகவும். cb குறுக்காவும் பகுப்படைகிறது. இதில் ca அடுக்கு செல்கள் நெடுக்காக பகுப்புற்று குவாட்ரன்ட் ஆகிறது. இந்நான்கும் குறுக்காகப் பகுப்புற்று l, l′ என இரு அடுக்கால் ஆன ஆக்டன்ட் தோன்றுகிறது. ci குறுக்குப் பகுப்புற்று m, n உண்டாகிறது. m, n ஆகிய செல்கள் நெடுக்காக பகுப்புறுகின்றன. n குறுக்காகப் பகுப்படைகிறது. l, l′ அடுக்குகள் ஸ்கூடெல்லம் (Scutellum), கோலியாப்டைலின் (Coleoptile) ஒரு பகுதியை உண்டாக்குகின்றன. m கோலியாப்டைலின் மீதிப் பகுதியையும், தண்டு நுனியையும், வேர்நுனியின் பெரிப்ளம், பிளீரோம் ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கின்றது. n வேர்நுனியுறை கோலியோரைசா (Coleorrihiza), எபிபிளாஸ்ட் (epiblast) ஆகியவற்றை உண்டாக்கும். n′ செல்லிலிருந்து தோன்றும் o, p செல்கள் ஹைபோப்ளாஸ்ட், (hypoblast) சஸ்பென்சார் ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கின்றன (படம். 21.4.B)

சஸ்பென்சாரின் மாற்றுருக்கள்

(Modification of suspensor, படம். 21.5. A-J)

பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் கருவில் காணப்படும் சஸ்பென்சார், வளருங்கருவை எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவுக்குள் ஆழமாக பாதுகாப்பாக வைத்திருக்கும் பணியை மேற்கொள்கிறது. கரு வளரும் போது சிறுகச்சிறுக சுருங்கி மறைந்து விடுகிறது. எனினும் சில தாவரங்களில் குறிப்பிடத்தக்க வளர்ச்சி பெற்று வியாபித்துக் காணப்படுகிறது.

லெகூமினோசே (Leguminosae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் மிகப்பல வேறுபாடுகளுடன் சஸ்பென்சார் செல்கள் காணப்படுகின்றன. *சைசர்* (*Cicer*), *லூப்பினஸ்* (*Lupinus*) போன்ற தாவரங்களில் சஸ்பென்சார் மிகநீளமாக பல செல்களால் ஆனதாக உள்ளது. *ஒனோனிஸ்* (*Ononis*) தாவரத்தில் நீண்ட இழை போன்று உள்ளது. *மெடிகாகோ* (*Medicago*) *டிரைகொனெல்லா* (*Trigonella*) ஆகிய தாவரங்களில் சஸ்பென்சார் தடித்துக் காணப்படுகிறது. *சிடிசஸ்* (*Cytisus*) தாவரத்தில் சஸ்பென்சார் திராட்சை கொத்துப் போலுள்ளது. *மிரியோபில்லம்* தாவரத்தில் (படம்.21.5.J) அடிசெல் நெடுக்காகப்

பகுப்புற்று மிகப்பெரிய சஸ்பென்சார் செல்களாகின்றன. இது விதையிலை தோன்றும் வரை தெளிவாகக் காணப்படும். இத்தகைய சஸ்பென்சார் செல்கள் உறுஞ்சு உறுப்பாக செயல்படுகிறது எனக் கருத்து தெரிவித்துள்ளனர்.

சைகோட்டின் மூடுவலை (Zygotic mantle) :*அக்ரோட்ரீமா அர்னாட்டியானம்* (*Acrotrema arnottianum*) என்ற டில்லினியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரத்தில் (படம்.21.6) சைகோட் தோன்றியவுடன் அதன் சூல்துளைப் பக்கமுள்ள பகுதி அகண்டு விரிந்து படிப்படியாக பெரியதாகிறது. சைகோட் செல்சுவரால் ஏற்படும் இந்த மெல்லிய மூடுவலை போன்ற பகுதி கருவின் நுனியைத் தவிர ஏனைய பாகங்களில் சூழ்ந்து கொள்கிறது. மேலும் இம்மூடுவலையிலிருந்து பல கிளைகள் எண்டோஸ்பெர்முக்குள் வளர்ந்து பரவிக் காணப்படுகிறது. கரு மேலும் வளர்ந்த பிறகு இது சுருங்கத் தொடங்கிவிடும். இதுவும் ஒரு வகையான உறுஞ்சு உறுப்பாக இருக்கக் கூடும் எனக் கருதப்படுகிறது.

ஒரு சில தாவரங்களில் விதை தாய் தாவரத்தில் இருந்து விடுபடும் போது கூட கருக்கள் வளர்ச்சியடையாமல் முதிராக் **கருக்களாகக்** (unorganized) காணப்படுகின்றன (படம்.21.7). இதில் கருவானது சிறியதாகவும் வேர்நுனி, தண்டுநுனி, விதையிலைகள் தெளிவாக வேறுபாடுறாமல் காணப்படுகிறது. பெரும்பாலான ஒட்டுண்ணி அல்லது தொற்றுத் தாவரங்கள் கொண்ட குடும்பங்களான பலனோஃபோரேசி (Balanophoraceae), ரஃப்லீசியேசி (Rafflesiaceae) பைரோலேசி (Pirolaceae), ஓரபங்கேசி (Orobanchaceae), பர்மானியேசி (Burmaniaceae), ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்தில் *சிம்பிடியம் பைகாலர்* (Orchidaceae, படம். 21.7) போன்றவற்றில் முதிராக் கருக்கள் (unorganized embryos) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. பேராசிரியர் **B.G.L.** சுவாமி (1949) என்ற அறிவியலாளரின் கருத்துப்படி ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்தில் இரண்டு வகையான கருவளர்ச்சி காணப்படுகிறது. முதல்வகையில் சைகோட் குறுக்குப் பகுப்படைந்து இரண்டு செல்கள் ca, cb உண்டாகி cb மீண்டும் குறுக்குப் பகுப்படைந்து மூன்று செல் இளங்கரு தோன்றுகிறது. இவற்றில் மேல் செல் பெரிய சஸ்பென்சார் உறிஞ்சு உறுப்புக்களை தோற்றுவிக்கிறது, நுனி செல் நெடுக்காகப் பகுப்புற்று இரண்டு செல் தோன்றி கருவின் பிரதான பகுதி தோன்றுகிறது, மீதிப் பகுதி நடு செல்லில் இருந்து தோன்றுகிறது. இரண்டாம் வகையில் *சிம்பிடியம்* (*Cymbidium*), *யுலோஃபியா* (*Eulophia*), *ஜியோடோரம்* (*Geodorum*) போன்ற தாவரங்களில் சைகோட்

சாய்வாக பகுப்படைந்து தொடர்ந்து ஒழுங்கற்ற முறையில் பகுப்படைந்து ஐந்து முதல் பத்து செல்களாகிறது. இவற்றில் சில செல்கள் வளர்ந்து உறுஞ்சு உறுப்பாக செயல்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது இரண்டு செல்கள் மட்டும் பகுப்படைந்து நீண்ட வரிசையில் செல்கள் தோன்றி அதன் நுனியில் கரு உண்டாகிறது.

பல்கருநிலை **(Polyembryony,** படம்.21.8)

பூக்கும் தாவரங்களில் கருவுறுதலுக்குப் பின் ஒவ்வொரு சூலிலும் ஒரு கரு உண்டாவது இயல்பான நிகழ்ச்சியாகும். அரிதாக, சில நேரங்களில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கருக்கள் தோன்றலாம். இது பல்கருநிலை (polyembryony) எனப்படும். பல்கருநிலை பல்வேறு வழிகளில் உண்டாகக் கூடும். எ.கா. *யூலோபியா எபிடெண்ரியா* (படம்.21.8:1,2).

பிளவு பல்கருநிலை (Cleavage polyembryony): உண்மையான பல்கரு நிலை பொதுவாக இம்முறையிலேயே நிகழ்கிறது. இதில் சைகோட் அல்லது இளங்கரு பல பகுதிகளாகப் பிளவுற்று, ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு கருவினை தோற்றுவிக்கும் (படம்.21.8.3).

எரித்ரோனியம் அமெரிகானம் (*Erythronium americanum*) : தாவரத்தில் கருவுறுதலுக்குப் பின் சைனெர்ஜிட்கள் அழிந்து விடுகின்றன. சைகோட் ஒழுங்கற்ற முறையில் பகுப்புற்று இளங்கருக்களை தோற்றுவிக்கின்றன. இம்மாதிரி மூன்று அல்லது நான்கு கருக்கள் தோன்றலாம். ஆர்க்கிடேசி குடும்பத்தில் பிளவு பல்கரு நிலை அடிக்கடி தோன்றுகிறது. *யூலோ:பியா எபிடெண்ட்ராயியா* (*Eulophia epidendraea* - Swamy B.G.L., 1943) தாவரத்தில் சைகோட் பகுபட்டு ஒரு சில செல்களாலான தொகுப்பை உண்டாக்கி அதிலிருந்து பலகருக்கள் தோன்றலாம். *ஒருவரிசை செல்களாலான* இளங்கரு *கிளைத்து* இளங்கருக்கள் தோன்றலாம் அல்லது இளங்கரு பக்கவாட்டில் மொட்டு போன்ற அமைப்பை தோற்றுவிப்பதன் மூலமும் இளங்கரு தோன்றலாம் (படம். 21.8).

கருப்பை செல்களிலிருந்து பல்கரு தோன்றுதல் : பெரும்பாலும் கருப்பையில் காணப்படும் சைனெர்ஜிட் செல்களே பல்கரு நிலைக்கு காரணமாகிறது. ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட மகரந்தக் குழல்கள் கருப்பையை அடையும் போது அதிலிருந்து வரும் அதிகப்படியான விந்து சைனெர்ஜிட் உட்கருவுடன் இணைந்து கரு வளரலாம் அல்லது

கருவுறாமலே சைனெர்ஜிட் செல் ஒற்றைமடியத் தன்மை கொண்ட கருவினைத் தோற்றுவிக்கலாம். *அல்மஸ் அமெரிக்கான* (*Ulmus americana* – Shattuck, 1905) தாவரத்தில் எதிரடிச் செல்கள் கருக்களை தோற்றுவிக்கக் கூடியனவாக உள்ளன.

கருப்பை அல்லாத செல்களும் ஒரு சில தாவரங்களில் கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. *சிட்ரஸ்* (*Citrus*), *யுஜினியா* (*Eugnia*), *மாஞ்சிஃபெரா* (*Mangifera*) போன்ற தாவரங்களில் சூல்திசு அல்லது சூல்உறை செல்கள் கருவுறாமல் கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஒரு சில தாவரங்களில் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கருப்பை ஒரு சூலில் (Bacchi, 1943) காணப்பட்டாலும் பல்கருநிலை தோன்றக்கூடும்.. *சிட்ரஸ்* (*Citrus*) தாவரத்தில் இந்நிலை காணப்படுகிறது.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் கருக்கள்

பூக்கும் தாவரங்கள் வகைப்பாட்டியலில், விதையிலை எண்ணிக்கையின் அடிப்படையிலே ஒருவிதையிலைத் தாவரம் (Monocotyledonae) இருவிதையிலைத் தாவரம் (Dictotyledonae) என இரு வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. துவக்கத்தில் இளம் கரு தோன்றும் போது இரண்டிலும் ஒரே மாதிரியான வளர்ச்சி காணப்பட்டாலும் முதிர்ந்த கருக்கள் அமைப்பில் வேறுபடுகின்றன.

இருவிதையிலைக் கரு (படம்.21.1.A,B): இது எளிய அமைப்பைக் கொண்டது. இதில் நடுவில் ஓர் அச்சுப் பகுதியும் இருபக்கங்களில் பக்கவாட்டில் இரண்டு விதையிலைகளையும் கொண்டுள்ளது. அச்சின் ஒரு முனையில் முளைத் தண்டும் (plumule) மறுமுனையில் முளைவேரும் (Radicle) காணப்படும். விதையிலைகள் இணைந்துள்ள இடத்திற்கும் முளைவேருக்கும் இடையிலுள்ள அச்சுப் பகுதி விதையிலைக் கீழ்த் தண்டு ஆகும். விதையிலைகள் இரண்டும் ஒரே அமைப்பில் நேரெதிராக இணைந்திருக்கும். சமமற்ற விதையிலைகள் அரிதாக ஒரு சில தாவரங்களில் காணப்படுகிறது.

ஒரு விதையிலைக் கரு (படம்.21.4.A,B,C) இக்கருவிலும் நடு அச்சுப் பகுதி காணப்படும். நடு அச்சின் நுனியில் தோன்றும் தண்டு நுனி முதிர்ந்த கருவில், பெரிய ஒற்றை விதையிலை தோன்றும் போது ஒரு

பக்கமாக தள்ளப்படுகிறது. அச்சின் சில தாவரங்களில் விதையிலை கீழ்த் தண்டு தெளிவாகவும் சிலவற்றில் மிகக் குறுகியதாகவும் காணப்படுகிறது, ஒரு பக்கமாக தள்ளப்பட்ட அச்சின் நுனியில் தண்டுநுனி, முளைத்தண்டு உறையால் சூழப்பட்டும் (எபிகாட்டைல்) அச்சின் கீழ்ப்புறம் வேர்நுனி கோலியோரைசா உறையால் சூழப்பட்டும் (ஹைபோகாட்டைல்) உள்ளது. முளைவேர் உறையின் பக்கவாட்டில் சிறுவளரி அமைப்பில் எபிப்ளாஸ்ட் (Epiba;st) என்ற அமைப்போடுள்ளது. அச்சுக்கு இணையாகக் காணப்படும் பெரிய ஒற்றை விதையிலை ஸ்குட்டல்லம் (scutellum) எனப்படும்.

அபோமிக்சிஸ் (Apomixis)

பூக்கும் தாவரங்களில் இணைவிகள் தோன்றும் போது குன்றல் பகுப்பு (Meiosis) நடைபெற்று பின்னர் கருவுறுதல் நிகழ்ந்து புதிய தாவரங்கள் தோன்றுவது இயல்பான நிகழ்ச்சியாகும். ஒரு சில நேரங்களில் குன்றல் பகுப்பு நடைபெறாமல், கருவுறுதலும் நிகழாமல் புதிய கருக்கள் தோன்றுவது குறிப்பிடத்தக்க சிறப்புப் பண்பாக ஒரு சில தாவரங்களில் உள்ளது. இத்தகைய கருத்தோன்றல் அபோமிக்சிஸ் (Apomixis) எனப்படும். தாவரங்களில் அபோமிக்சிஸ் இரு வழிகளில் நடைபெறுகிறது. அது முறையே உடல இனப்பெருக்கம் (Vegetative reproduction), அகாமோஸ்பெர்மி (Agamospermy) முறைகளாகும். உடல இனப்பெருக்கத்தில் தாவரங்களில் பல்வேறு வகையான அமைப்புகள் (குமிழ், ஒடு தண்டு, சக்கர்கள்) உடல செல்களால் தோற்றுவிக்கப்பட்டு அதன் மூலம் எண்ணிக்கையில் அதிகரிக்கிறது. அகாமோஸ்பெர்மி முறையில் விதைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டாலும் அதிலுள்ள கருக்களில் குன்றல் பகுப்பு கருவுற்றல் நடைபெறாமலே தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

அகாமோஸ்பெர்மி முறையில் மூன்று வகைகள் விளக்கப்பட்டுள்ளது. 1. வேற்றிடக்கருக்கள் தோன்றுவதல் (Adventive embryony): இம்முறையில் சூல்திசு மற்றும் சூலுறை செல்களில் இருந்து கருக்கள் தோன்றுகிறது. இத்தாவரங்களில் கருவுறுதல் நிகழ்ந்தாலும் இளம் கரு நிலையிலேயே அவைகள் சிதைந்து, மறைந்து விடுகின்றன. 2. டிப்லோஸ்போரி (Diplospory) முறையில் ஆர்க்கிஸ்போரியம் மெகாஸ்போர் தாய் செல்லைத் தோற்று வித்தவுடன் இச் செல் (2n) ஒரு

கருப்பையையும் அதில் உள்ள கருவுறாத அண்டம் கருவினையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இது பார்தினோஜெனசிஸ் என்றும் அமைக்கப்படும்.

3. அபோஸ்போரி (Apospory) முறையில் சூல் திசுவில் உள்ள இரட்டைமடிய செல்கள் கருப்பை போன்ற அமைப்பை தோற்றுவித்த பின்னர் அதிலுள்ள இரட்டைமடிய அண்டம் கருவினை தோற்றுவிக்கிறது.

வேற்றிடக் கருக்கள் தோன்றுதல் : இதில் கேமீட்டகத்தாவர சந்ததி முழுதும் தவிர்க்கப்பட்டுவிடுகிறது. விதைகளில் இரட்டைமடிய தன்மை கொண்ட கருக்கள் ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் தோற்றுவிக்கப்படும். *சிட்ரஸ்* (*Citrus*) தாவரத்திலும் பக்சேசி (Buxaceae), காக்டேசி (Cactaceae), யு.ஃ.போர்பியேசி (Euphorbiaceae), மிர்டேசி, ஆர்க்கிடேசி குடும்பத் தாவரங்களிலும் வேற்றிடக்கருக்கள் தோன்றுகின்றன.

டிப்ளோஸ்போரி இம்முறையில் இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்ட கருப்பை பெருவித்துத் தாய் செல்லில் இருந்து நேரிடையாக உண்டாகிறது. இதில் பெருவித்துத் தாய் செல் ரெஸ்டிட்யூஷன் உட்கருவை உருவாக்கி (மியாசிஸ் பகுப்பின் போது அனா.ஃ.பேஸ் நிலையில் குரோமோசோம்கள் பிரியாமல் மீண்டும் ஒரே உட்கருவாக மாறிவிடுதல்) அதன் மூலம் இரட்டைமடியக் கருவை தோற்றுவிக்கலாம். அல்லது நேரடியாக மைட்டாசிஸ் பகுப்படைந்து இரட்டைமடியக் கருவினைத் தோற்றுவிக்கலாம். *டெராக்சகம்* (*Taraxacum*), *யூபடோரியம்* (*Eupatorium*) போன்ற தாவரங்களில் இதனைக் காணலாம்.

அபோஸ்போரி இதில் மெகாஸ்போர் தாய் செல் குன்றல் பகுப்படையும் தருணத்தில் சூல்திசு தூண்டிவிடப்பட்டு இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்ட கருப்பையைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்நிலையில் பெருவித்து அழிந்து விடுகிறது. இது புல் தாவரங்களிலும், *கிரெபிஸ்* (*Crepis*), *பார்த்தீனியம்* (*Parthenium*), *ரூபஸ்* (*Rubus*) போன்ற தாவரங்களிலும் காணப்படுகிறது. இக்கருப்பைகளில் எட்டு அல்லது நான்கு உட்கருக்கள் காணப்படுகின்றன. கருவுறாத இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்ட அண்ட உட்கரு கருவினைத் தோற்றுவக்கிறது.

பார்தினோஜெனெஸிஸ் : அபோஸ்போரி, டிப்ளோஸ்போரி முறையில் இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்ட கருப்பைகள் தோன்றி இரட்டைமடியக் கருக்கள் உண்டாதல் பார்தினோஜெனெசிஸ் எனப்படும். ஆஸ்டிரேசி, ரூபியேசி குடும்பத் தாவரங்களில் பார்தினோஜெனெசிஸ் முறையில் புதிய

தாவரங்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறாமலே கருக்கள் தோன்றினாலும், ஒரு சில தாவரங்களில் மகரந்தச்சேர்க்கை இம்மாதிரி கருக்கள் தோன்ற தூண்டுகோலாய் உள்ளது எனக் கருதுகின்றனர்.

பெரும்பாலான அபோமிக்சிஸ் தாவரங்கள் பன்மடிய உயிரிகளாக உள்ளன. அபோமிக்கிஸ், ஒருங்கு தன்மை கொண்ட ஜீன்களால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது (*Allium carinatum*). அரிதாக சூழ்நிலை புறத்துண்டுதல்களாலும் தாவரங்களில் அபோமிக்ஸிஸ் தோன்ற வாய்ப்புள்ளது (*Deschamsia caespitosa*). இம்முறையில் தோன்றும் தாவரங்கள் வேறுபாடுகள் ஏதும் இல்லாமல் தாய் தாவரத்தை எல்லா வகையிலும் ஒத்துக் காணப்படும்.

22. செயல்முறை சார்ந்த சோதனைக் கருவியல் (Experimental and applied Embryology)

கடந்த அத்தியாயங்களில் கருவியலைப் பற்றிய நுண்ணறிவினை, அறிவியலாளர்கள் மூலம் அறிந்து கொண்டது தூய அறிவியலறிவு ஆகும். இதனை அடிப்படையாக வைத்து, மனித குல நல்வாழ்விற்காக செயல்முறை சார்ந்த சோதனைக் கருவியல் தொடங்கி குறிப்பிடத்தக்க பல சாதனைகளைப் புரிந்துள்ளது. இது இரண்டு அடிப்படை செயல்முறை கொண்டது. முதலாவது தாவர வளர்ச்சியை கட்டுப்பாட்டிற்கு கொண்டு வந்து நன்மை பெறுதல். இரண்டாவது தாவரங்களில் நடைபெறும் இயற்கை நிகழ்வுகளை நமது தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைத்துக் கொண்டு நன்மைகளைப் பெறுதல் ஆகும் இவை தாவரங்களில் வாழ்வியல், செல்லியல், மரபியல் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் ஆகும், இதனால் கட்டுப்பாடன முறை கருவளர்த்தல், மகரந்தத்தூள் முளைத்தல், குழல் உருவாதல், எண்டோஸ்பெர்ம் தோற்றம், கருக்களின் ஊட்டமுறை, தூண்டப்பட்ட பல்கருநிலை ஆகியவைகள் ஆய்வுக்காக மேற்கொள்ளப்பட்டது. மேலும் ஒற்றைமடியத் தாவரங்கள் தோற்றுவித்தல். ஊட்ட முறையில் அடிப்படையில் கரு, நியுசெல்லஸ், சூல், விதை, சூலகம், கனி உண்டாதல், பார்தினோகார்பி போன்ற பலவற்றிலும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வெற்றி பெறப்பட்டுள்ளது.

திசு ஊடகவளர்ப்பு முறைகள் (Tissue Culture Techniques)

சோதனைச் சாலையில் திசுக்களை வளர் உடகங்களில் வளர்க்கும் போது ஊடகங்களின் தன்மை, சோதனைச் சாலையின் நோய்நுண்மத்தீர்வாக்கம் (sterilization), தூயகாற்றோட்டம் ஆகியவைகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

வளர்ச்சி ஊடகங்களின் தன்மை ஒவ்வொரு தாவரத்திசுவையும் வளர்க்கும் போது பலமுறை செயல்முறை சோதனைகள் செய்த பிறகே ஊடகத்தைத் தீர்மானிக்க முடியும். எனினும் ஒரு சில அடிப்படை தளப்பொருட்கள் ஊடகங்கள் தயாரிப்பிற்குத் தேவைப்படுகிறது. ஆக்சின், ஜிப்பரெலின், சைடோகைனின் போன்ற வளாச்சி ஊக்கிகளும் தேவைபட்ட அளவு ஊடகங்களில் சேர்க்கப்படுகிறது. மேலும் தாவரங்களில் இருந்து கிடைக்கும் இளநீர், பழச்சாறு, ஈஸ்ட்சாறு, சோயாசாறு போன்றவைகளும் ஊட்டச் சத்துப் பொருட்களும் தேவைப்பட்ட அளவு ஊடகத் தளப்பொருளில் சேர்க்கப்படுகிறது. இப்பொருட்கள் தாய் நீர்மத்தில் கரைக்கப்பட்டு 0.8% அகாருடன் சேர்த்து கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் திடமான ஊடகத் தளப்பொருள் கிடைக்கிறது, இதன் ஹைட்ரஜன் அயனிச் செறிவு (pH) 5.8 இருப்பது நலம். ஊடக வளர்ப்பு செய்யப்படும் கண்ணாடிக் குடுவைகள், சீசாக்கள், தட்டுகள் போன்றவைகளும், ஊடகமும் 120° C வெப்ப நிலையில் சுமார் 15 நிமிடங்கள் வெப்ப அழுத்தக் கலன் அமைப்பில் வைத்து நோய் நுண்மத் தீர்வாக்கம் செய்தல் வேண்டும். பல்வேறு வகைப்பட்ட வளர்ப்பு ஊடகங்கள் தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தாலும் முராஷி மற்றும் ஸ்கூக் (Murashinge T. & Skoog F. 1962) ஊடகமே அதிக அளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒருமடியதன்மை கருக்கள் தோற்றம்: முதன் முதலில் சோதனைச் சாலையில் ஜப்பான் நாட்டைச் சேர்ந்த ஷிமாகுரா (Shimakura, 1934) என்பவரே குன்றல் பகுப்பினை அறிய மகரந்தத்தூள்களை ஊடகத்தில் வளர்த்து வெற்றிகண்டார். பின்னர் குஹா மற்றும் மஹேஸ்வரி (Guha & Maheswari, 1964) செய்த சோதனைகளின் மூலம் நுண் வித்துக்களில் இருந்து ஒற்றைமடியத் தன்மை கொண்ட கருக்களைப் போன்ற தோற்றம் கொண்ட அமைப்புகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. பார்லி, சோளம், உருளை, நெல், தக்காளி, கோதுமை போன்ற தாவரங்கள் பயிர்பெருக்கத்தின் மூலம் ஒற்றைமடியத் தாவரங்கள் தோற்றுவிக்க மேற்கூறிய சோதனைகளே அடிப்படையாகும்.

நிஷ் (Nitsch, 1972) என்பார் *நிகோட்டியான* தாவரத்தில் ஒரு நுண்வித்தகத்திலிருந்து நூற்றுக் கணக்கான கருப்போன்ற அமைப்புகள் *டட்டுரா இன்னோக்சியா* (*Datura innoxia*) தாவரத்தில் மகரந்தங்களை, குஹா மற்றும் மஹேஸ்வரியும் (1950) பல ஊடகப்பொருட்களில் வளர்த்து சோதனை செய்தபின் கருபோன்ற அமைப்புகள் தோன்றுதலை அறிவித்தனர். இவை பின்பு நாற்றுக்களாக வளர்வதையும் கண்ணுற்றனர். மொத்தத்தில் நுண்வித்தகங்களின் ஆயுட்காலம் நீட்டிக்கவும், அவற்றை சேமித்து வைக்கவும், அவை முளைப்பதை கட்டுபடுத்தவும் பல சோதனைகள் வெற்றிகரமாக நடத்தப்பட்டன. (ஆண்வழித்தாவரத்தோன்றல் - அத்தியாயம் பார்க்கவும்).

பெண்வழித்தாவரங்கள் தோன்றல் (Gynogenesis) : இவ்வகைகள் பெண் கேமீட்டகத்தாவரம் அதாவது கருப்பை செல்களிலிருந்து தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. நோயும் (Noeum, 1967) என்பார் பார்லியிலும், *பீட்டா வல்காரிஸ், ஹிலியான்தஸ் ஆன்னஸ், நிகோடியான டபாக்கம், ஒரைசா சடைவா, டிரிட்டிகம் ஈஸ்டிவம், சியா மேய்ஸ்* போன்றவற்றில் யாங் மற்றும் சோவு (Yang & Zhou, 1982) கோலின்ஸ் (Collins, 1984) போன்றவர்கள் ஒற்றைமடியத் தாவரங்களை வெற்றிகரமாகத் தோற்றுவித்துள்ளனர். இச்சோதனைகளுக்கு கருவுறாத நிலையில் உள்ள சூல்கள் மலர் காம்பில் இணைந்த நிலையில் பயன்படுத்தப்பட்டன. இது சிறப்பாக வெளிப்பட 2 – மிதைல் - 4 – க்ளோரோஃபினாக்சி அசிடிக் அமிலம் என்ற ஆக்ஸின் உபயோகப்படுத்தப்பட்டது. தானியவகை தாவரங்கள் வெற்றிகரமாக பெண்வழித்தாவரத்தோன்றலின் போது ஒற்றைமடியக் கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

ஒற்றைமடியத் தாவரங்கள் மேற்கூறிய முறைகளில் தோற்றுவிக்கப்பட்டாலும் அவைகளால் இணைவிகளைத் தோற்றுவிக்க இயலாது. எனவே இவைகள் இரட்டைமடியத் தன்மையுடைய ஒரு சில வழிமுறைகளைப் பின்பற்றுகின்றனர். பெரும்பாலான சோதனைகளில் கோல்ச்சிஸின் (Colchicine) உபயோகிப்பதன் மூலம் இரட்டைமடியத் தன்மை பெறப்படுகிறது. சோதனைசாலையில் வளர்க்கும் போது முதலில் ஒற்றைமடியத் தாவரங்களைத் தோற்றுவித்து அவற்றின் பாகங்களை மீண்டும் வளர்ஊடகங்களில் வளர்க்கும் போது காலஸ் திசு தோன்றுகிறது. இதில் பல காலஸ் செல்களில் எண்டோமைட்டாசிஸ் நடைபெறுவதால் இரட்டைமடியத் தன்மையை அடைகின்றன. இச்செல்களைக் கவனமாக தனிமைப்படுத்தி மீண்டும் தக்க ஊடகத்தில்

வளர்க்கும் போது இரட்டைமடியத் தன்மை கொண்ட தாவரங்களைப் பெற முடியும். நிர்மலா மகேஷ்வரியும் லால் (Nirmala Maheswari & Lal)எனும் அறிவயலாரும் சேர்ந்து *ஐபெரிஸ் அமாரா* (*Iberis amara*) தாவரத்தில் மகரந்தச் சேர்க்கை முடிந்த உடன் அகார் ஊடகப் பொருட்களில் மலர், சூலகங்களை வளர்த்த போது இரண்டு வாரங்களில் அவைகள் கனிகளை உண்டாக்கின. புல்லி வட்டம் நீக்கப்பட்டவற்றில் வளர்ச்சி குறைவாகக் காணப்பட்டது.

ரேனன்குலஸ் ஸ்கிளிரேட்டஸ் (*Ranunculus scleratus*) தாவரத்தின் அக்கீன் வகை கனி ஓராண்டு வரை முளைப்பதில்லை. சாச்சார், குகா (Sachar and Guga) செய்த ஊடக வளர்ப்புச் சோதனையில் சூலகங்கள் கனியாக வளர்ந்தது மட்டுமல்லாது உடனே முளைக்கவும் தொடங்கின. *சிட்ரஸ், யுஜீனியா, மேஞ்சி:ஃபெரா* போன்ற தாவரங்களின் மலர்களில் சூல்திசுவில் கருவுறாமல் தோன்றும் கருவுறாக்கரு (apomictic embryo) தாய்த் தாவரத்தின் பண்புகளை அப்படியே பெற்றுக் காணப்படும் ஆதலால் பயனுள்ள தாவரத்தின் கருவுறாக் கருக்கள் ஊடகக்கரைசலில் வளர்த்து அந்நாற்றுக்களை நிலத்தில் நட்டு வளர்க்கும் போது தாய் தாவரத்தில் காணப்படும் அனைத்துப் பயன்தரும் பண்புகளையும் பெற முடியும். இதன் மூலம் பயனுள்ள தாவரங்களைத் தேர்வு செய்து கருவுறாக் கருக்களின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்ய முடிகிறது.

செயற்கை மகரந்தச்சேர்க்கையும் கருவுறுதலும் பயிர் பெருக்க அறிவியலாளர்கள் புதிய இனங்களைக் கலப்பு செய்யும் போது பல இன்னல்களைச் சந்திக்க வேண்டியிருந்தது. அதாவது சூலக முடியில் மகரந்தம் முளைப்பது தடைபடுதல், போதிய நீளம் குழல்கள் வளராமல் இருத்தல், மெதுவாக வளர்தல், சூல் தண்டு வாடி விடுதல் போன்றவை ஆகும். இந்த இடர்பாடுகள் சோதனைக் கருவியல் மூலம் நிவர்த்தி செய்யப்பட்டன. மகரந்தத்தூள்களை நேரடியாக சூலகத்தினுள் செலுத்தி கருவுறுதலைத் தூண்டுவதன் மூலம் கலப்பினங்களைத் தோற்றுவித்தனர். பப்பாவரேசி குடும்பத் தாவரங்களில் இதை வெற்றிகரமாக நடத்தியுள்ளனர். சூலகத்தில் இருந்து சூல்களைப் பிரித்தெடுத்து அவற்றை நேரடியாகச் செயற்கை சூழ்நிலையில் கருவுறச் செய்வதை காந்தாவும் மகேஷ்வரியும் (Kanta & Maheswari) வெற்றிகரமாகச் சாதித்துள்ளனர். *பப்பாவர் சோம்னி:ஃபெரம்* (*Papver somminiferum*), *சிபிரான்தஸ்* (*Zephyranthus*) *ஆர்ஜிமோன்* (*Argemone*) போன்ற தாவரங்களில் செயற்கை மகரந்தச்சேர்க்கை, மகரந்தக் குழல் முளைப்பு, இரட்டைக் கருவுறுதல், எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ச்சி, கரு

வளர்ச்சி, விதை வளர்ச்சி அனைத்தும் சோதனைக் குழாயில் வெற்றிகரமாக நடத்தப்பட்டுள்ளன.

எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ப்பு (Endosperm culture): வளர்ச்சி ஊடகங்களில் எண்டோஸ்பெர்ம் திசுக்களை வளர்ப்பது மிகவும் கடினமான காரியமாகும். இதனை இரங்கசாமி மற்றும் ராவ் (Rangasamy & Rao) எனும் இரு அறிவியலாளர்கள் *சாண்டாலம் ஆல்பம் (Santalum album)* தாவரத்தின் முதிர்ந்த எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவை வளர்த்த போது கருவோடு உள்ள எண்டோஸ்பெர்ம் திசுக்களே வளர்ந்தது. சட்சாங்கி மோஹன்ராம் (Satsangi & Mohanram) ஆகிய இருவரும் *ரெசினஸ் கம்யூனிஸ் (Ricinus communis)* எண்டோஸ்பெர்ம் திசுவிலிருந்து காலஸ் திசுவை வளர்த்தனர். ஜோரி, போஜ்வானி (Johri & Bojwani) ஆகியோர் *எக்சோகார்பஸ் குப்ரெஸிஃபார்மிஸ் (Exocarpus cupressiformis)* தாவரத்தின் காலஸ்திசுவை உண்டாக்கி அதில் தண்டு, மொட்டுகள் போன்றவற்றை உருவாக்கினர்.

கரு வளர்ப்பு (Embryo culture) இயற்கையாக கருவுறுதல் நடைபெற்ற பின்பும் ஒரு சில தாவரங்களில் கருக்கள் வளர்ச்சி பல்வேறு காரணங்களால் தடைபடுகிறது, இதனால் இம்மாதிரி தாவரங்களின் இளங்கருவை தனிப்படுத்தி அவற்றை சோதனைக் குழாயில் வளர்த்து வரும் முயற்சியை பல்வேறு அறிவியலாளர்கள் மேற்கொண்டுள்ளனர் இதனை கரு மீட்பு (embryo resure) என்பர். ஹான்னிங் (Hanning, 1904) என்பார் *கோக்லியாரியா* மற்றும் *ரெ:பானஸ்* (Cochlearia & Raphanus) தாவரங்களிலும் லேய்பாச் (Laibach, 19245, 1928) என்பார் *லினம் (Linum)* தாவரத்திலும் வெற்றிகரமாக கருவளர்ப்பு செய்துள்ளனர்.

கார்கோரஸ் ஒலிடோரியஸ் (Corchorus olitorius) கார்கோரஸ் கேப்சுலாரிஸ் (Corchorus capsularis) ஆகிய இரு சணல் தாவரங்களும் பல விரும்பத்தக்க பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. பயிர்பெருக்கம் செய்யும் ஆய்வாளர்கள் இரு தாவரங்களையும் கலப்பினம் செய்த போது வெற்றிகரமான கலப்புத் தாவரம் உருவாக்க இயலவில்லை. இரு தாவரங்களுக்கிடையேயும் செயற்கை முறையில் மகரந்தக் சேர்க்கையுறச் செய்து பின்னர் அதன் கருக்களை செயற்கை முறையில் ஊடகத்தில் வளர்த்து நாற்றுக்களாக்கி வெற்றி கண்டுள்ளனர் (Islam). அதே போல் *ஒரைசா (Oryza)* தாவரத்திலும் சாப்ரே (Sapre) என்பவர் இளங்கருக்களைப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்த்து வெற்றி

கண்டுள்ளார். *கொலகேஷியா எஸ்குலண்டா* (*Colocasia esculenta*) தாவரத்தின் விதைகள் முளைப்பதில்லை. அப்ரஹாமும் ராமசந்திரனும் (Abraham & Ramachandran) இவ்விதைகளைப் பிளந்து ஊடகத்தில் வளர்த்து நாற்றுக்களை உருவாக்கினர். டெல்லி பல்கலைக் கழகத்தில் ஒட்டுண்ணித் தாரங்களான *கசீதா .'.பிலி.'.பார்மிஸ்* (*Cassytha filiformis*), *கஸ்குட்டா ரி.'.ப்ளெக்சா* (*Cuscuta reflexa*) போன்றவற்றில் ஆய்வுகள் மேற்கொண்டனர். இவற்றின் விதை இயற்கையாக முளைத்து புதுதாவரங்களை உருவாக்குவதில்லை. ஆனால் ஒட்டுத் தாவரம் கிடைத்தால் புதுத்தாவரம் தோன்றுகின்றன. இவற்றின் கருக்களைப் பிரித்து ஊடகப் பொருளில் வளர்த்த போது புது தாவரங்கள் தோன்றின. வேர் ஒட்டுண்ணிகளாகிய *ஒரொபாங் ஏஜிப்டியாகா* (*Orobanche aegyptiaca*), *சாண்டலம் ஆல்பம்* (*Santalum album*) தாவரங்களிலும் வெற்றிகரமாக கருவளர்ப்பு செய்து நாற்றுக்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன.

கருவளர்ப்பினால் நீண்ட வாழ்நாள் வட்டத்தைக் குறைத்து சீக்கிரமே புதிய தாவரங்களை தோற்றுவிக்கலாம். ராண்டால்.'.ப் மற்றும் காக்ஸ் (Randolph & Cox, 1943) என்பவர்கள் *ஐரிஸ்* (*Iris*) தாவரத்தின் இரண்டு முதல் மூன்று வருட வாழ்க்கை வட்டத்தை ஒரு வருடத்திற்குள் நிகழும்படி மாற்றியுள்ளார்கள். *ரோசா, மாலஸ்* (Nickel, 1951) போன்ற தாவரங்கள் சீக்கிரம் பூத்து, பயன் கொடுக்கும் படி செய்துள்ளனர். விதைகளின் உறங்கு நிலையைக் குறைத்து சீக்கிரம் முளைக்கும் படியான கருக்களை பார்டன் (Barton, 1961) கருவளர்ப்பின் மூலம் செயல்படுத்தியுள்ளனர். விரும்பத்தக்க பண்புகளைக் கொண்ட தாவரங்களின் ஒற்றைமடிய கருக்களை வளர்த்து பயிர் பெருக்கத்திற்கு பயன்படுத்தியுள்ளனர். அரிதான (rare) மற்றும் எண்டமிக் தாவரங்களையும் கருவளர்ப்பின் மூலம் பெருக்கியுள்ளனர். *லைகோபெர்சிகம் எஸ்குலண்டம்* (*Lycopersicum esculentum*) *லைகோபெர்சிகம் பெருவியானத்துடன்* (*L. peruvianum*) கலப்பினம் செய்த போது முளைக்கக்கூடிய அளவில் விதைகள் கிடைக்கவில்லை. இக்கருக்களை கருவளர்ப்பில் வெற்றிகரமாக வளர்த்து நாற்றுக்களை தோற்றுவித்துள்ளனர்.

விதையற்ற கனிதோற்றுவித்தல் (Induced parthenocarpy) நாம் உண்ணும் கனிகளில் விதையை ஒரு வேண்டப்படாத பொருளாகவே விலக்குகிறோம். எனவேதான் விதையில்லாக் கனிகளைத் தோற்றுவிப்பதில் ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன. வாழை, திராட்சை,

அன்னாசி. ஆரஞ்சு முதலியவற்றில் விதையில்லா ரகங்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளன. யசுதா (Yasuda, 1939) கருத்தின் படி மகரந்தச்சேர்க்கை நடந்த பின்பும் கருவுறுதல் நடைபெறாமலே கனிகள் தோன்ற, பின் காண்பவைகளே காரணமாகின்றன என்பதாம். 1. மகரந்தக்குழல் சுரக்கும் சில வேதிப்பொருட்கள் சூலகத்தினுள் சென்று சூலகச் சுவரை கனிச்சுவராக வளரத் தூண்டுகிறது.

2. மகரந்தக்குழல் வளர்ச்சியை தடுத்து, கருவுறுதலைத் தவிர்த்தால் விதையற்ற கனி தோன்றுகின்றன.
3. சூலகமுடியில் முதிராத அல்லது அதிகம் முற்றிய அல்லது குறைபட்ட மகரந்தச்சேர்க்கை செய்வதன் மூலம் விதையறு கனிகளைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

மேற்கூறிய வைகளில் இருந்து மகரந்தக்குழல் வளர்ச்சியினால் வெளிப்படும் வேதிப்பொருட்கள் காரணம் என்பது புலனாகிறது. எனவே இவ்வேதிப்பொருட்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. இதனால் ஆக்சின், ஹார்மோன்களை சூலகத்தின் மீது தெளிப்பதாலும், பூசுவதாலும் விதையில்லாக் கனிகளைத் தோற்றுவிக்க இயலும். இவற்றில் முக்கியமானது இண்டோல்அசிடிக் அமிலம் (Indoleacetic acid), இணடோல் ப்யூட்ரிக் அமிலம் (Indolebutric acid) , n - நா∴ப்தலின் அசிடிக் அமிலம் (n-naphthalene aceticacid), ∴பினைல் அசிடிக் அமிலம் (Phenylacetic acid) போன்றவைகளாகும். இவற்றைப் பயன்படுத்தி தக்காளி, கத்தரி, மிளகாய், பூசணி, திராட்சை ஆகியவற்றில் விதையில்லாக் கனிகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. எனவே செயல்முறைச் சார்ந்த சோதனைக் கருவியல் மனிதகுல நல்வாழ்விற்கு சாதனைகள் புரிந்துள்ளது என்பதை மறுக்க இயலாது.

உள்ளமைப்பியல், கட்டையியல் - மேற்கோள் நூல்பட்டியல்

(References)

Bass, 1982. Systematic, Phylogenetic and ecological wood anatomy. History and perspectives. In: New Perspectives in wood Anatomy ed. P. Bass. 23-58. Junk. The Hagae. Boston.

Bailey, I.W. 1953.Evolution of the tracheary tissues of land plants. *Amer.J.Bot.* **40:** 4-8.

Bailey, I.W. 1956. Nodal anatomy in retrospect. *J.Arnold Arb.* **37**: 269-287.

Ball, E. 1941, The development of the shoot apex and of the primary thickening meristem in *Phoenix canariensis*, with comparisons to *Washingtonia filifera* Wats. and *Trachycarpus excelsa* Wendl. *Amer.J.Bot.* **28:** 820-832.

Buvat, R. 1955. Le me'riste'me apical de la tige. Anne'e. Biol. **31:** 296-656.

Carlquist, S. 1961. **Comparative Plant Anatomy**. Holt. Rinehart and Winston, New York.

Carlquist, S. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer.J.Bot.* **64:** 887-896.

Carlquist, S and Koekman, D.A. 1985a. Ecological wood anatomy of the woody Southern Californiar flora. *IAWA Bull. n.s.***6:** 319-347.

Carlquist, S. 1985c. Wood anatomy of Coriariaceae: Phylogenetic and ecological implication. *Syst. Bot.* **10:** 174-183.

Chowdhury, K.A. 1939. The formation of growth rings in Indian trees. Part II. *Ind. For. Rec.* (New series), util. **2:** 2, 40-57.

Clowes, F.A.L 1961. **Apical Meristem**. Blackwell scientific Pub., Oxford.

Cutter, E.G.1978. **Plant Anatomy Part 1: Cells and Tissues**. Edward Arnold. London.

Dinwoodie, J.M. 1986. **Timber its structure**, properties and utilisation, 6th ed. MacMillan Education.

Eames, A.J and MacDaniels, L.H. 1947. **An Introduction to plant Anatomy**. Me Graw Hill. N.Y and London.

Esau, K. 1965. **Plant Anatomy,** Wiley, New York.

Esau, K. 1972. Changes in the nucleus and the endoplasmic reticulum during differentiation of sieve element in ***Mimosa pudica*** L. ***Ann.Bot***. 36: 83-101.

Esau, K. 1977. **Anatomy of Seed Plants,** Wiley Eastern Limited. New york.

Foster, A.S. 1938. Structure and growth of the shoot apex in ***Gingo biloba***. ***Bull. Torrey Bot. Club,*** **65:** 531-556.

Kribs, D.A. 1935. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons. *Bot. Gaz*. **96:** 547-557.

Krishnamurthy, K.V., Ranjani, k., Selvam, S., Subbusamy, B.M and Sigamani, K. 1988. A critique on the concepts of Vulnerability and mesomorphy. *Ind.Journ.Bot*. **11:** 158-168.

Krishnamurthy, K.V. 1999. **Methods in cell wall cytochemistry**. CRC Press, Boca Raton, Washington, DC.

Fahn, A. 1979. **Secretory Tissues in Plants**. Academic Press. London.

Fahn, A. 1982. **Plant Anatomy** Third ed. Pergamon Press. Oxford.

Haberlandt, G. 1914. **Physiological Plant Anatomy**. Macmillon, London.

Majumdar, K, 1941. Anomalous structure of the stem of ***Nyctanthes arborris-tis*** L. *J.Ind. Bot. Soc.* **20:** 119-122.

Marvin, J.W. 1944. Cell shape and cell volume relations in the pith of ***Eupatorium perfoliatum*** L. *Amer.J.Bot*. **31:** 208-219.

Metcalfe, C.R and Chalk, L. 1950. **Anatomy of the Dicotyledons**. Vol.I and Vol.II, Clarendon Press, Oxford.

Muhlethaler, K. 1965. Growth theories and the development of cell wall. In: **Cellular ultra structure of woody plants**, COTI, W.A., Jr. (ed.) 51-60. Syracuse Univ. Press. New York.

Newman, I.V. 1965. Pattern in the meristem of vascular plants. III. Pursuing the patterns in the apical meristem where no cell is permanant cell. *J.Linn. Soc (Bot)* **59:** 185-1214.

Pate, J.S and Gunning, B.E.S 1969. Vascular transfer cells in angiosperm leaves. A taxonomic and morphological survey. *Protoplasma*. **68:** 135-156.

Philipson,. W. R. 1954. Organization of the shoot apex in dicotyledons. *Phytomorphology*. **4**: 70-75.

Popham, R.A and Chan, A.P. 1950. Zonation in the vegetative stem of *Chrysanthemum morifolium* Bailey. *Amer.J.Bot*, **37**: 476-484.

Robertson, J.D. 1959. The ultra structure of cell membranes and their derivatives. Biochem.Soc. Symp. 16: 3-43.

Salisbury, E.J. 1928. On the causes and ecological significance of stomatal frequency with special reference to woodland flora. *Phil.Trans.R.Soc.B*. **216**: 1-65.

Schuepp, O. 1926. Meristem. In: K. Linsbauer. Handbuch der Planzenanatomie. Band 4. Lief.16.

Schmidt, A. 1924. Histologishe studien an phanerogamen vegetationspunkten. *Bot. Arch*, **8**: 345-404.

Schneider, H. 1968. The anatomy of *Citrus*. Chap 1.pp. 1-86. In: The *Citrus* industry. W.Reuther, L.D. Batchelor and H.J. Weber, eds. Berkely. California, University of California, Division of Agricultural Sciences.

Sinnott, E.W and Bailey, I.W. 1914. The anatomy of the node as an aid in the classification of the angiosperm. *Amer.J.Bot*. **1**: 303-322.

Solereder, H. 1908. **Systematic Anatomy of the Dicotyledons.** Clarendon Press, Oxford.

Stebbins, G.L and Khush, G.S. 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny. *Amer.J.Bot.* **48**: 51-59.

Swamy, B.G.L and Srivaramakrishna, D, 1972. Wound healing responses in monocotyledons I Responses *in vivo*. *Phytomorphology*, **22**: 305-324.

Swamy, B.G.L and Krishnamurthy, K.V. 1973. The helobial endosperm: a decennial review. *Phytomorphology*. **23**: 74-79.

Tomlinson, P.B. 1961, **Anatomy of the monocotyledons**,II Palmae, Oxford, Clarendon Press.

Zimmermann, M.H and Tomlinson, P.B. 1967. Anatomy of the palm *Rhapis excelsa*:IV. vascular development in apex of vegetative aerial axis and rhizome. *J.Arnold.Arb*. 48: 122-142.

கருவியல் - மேற்கோள் நூல்பட்டியல்

Bambicioni, V. 1928, Ricerche sulla eclologia sulla embriologia di *Fritillaria persica* L. *Ann.di.Bot.* **18**: 7-37.

Bhojwani, S.S and Bhatnagar, S.P. 1992, **The Embryology of Angiosperms**. Vikar Publication, Delhi.

Bhatnagar, S.P 1966, Microsporogenesis and male gametophyte in *Santalum* L. *Proc.natn.Inst.Sci.India*, **32B**, 47-52.

Blackman, V.H and Welsford, E.J.1913. Fertilization in *Lilium*. *Ann.Bot.* **27**: 111-114.

Boyes, J.W. 1939. Development of the embryo sac of *Plumbagella micrantha*, *Amer.J.Bot.* **26**:539-541.

Campbell, D.H. 1901. The embryo sac of *Peperomia*. *Ann.Bot.* **15**: 103-117.

Chopra, R.N and Bassu, B. 1965. Female gametophyte and endosperm of some members of the cucurbitaceae. *Phytomorphology,* **15**: 217-223.

Cooper, D.C. 1936. Development of male gametes in *Lilium*. *Bot.Gaz.* **98**: 169-177.

---------------1938. Embryology of *Pisum sativum*. *Bot. Gaz.* **100**: 123-132.

---------------1946. Double fertilization in *Petunia*. *Amer.J.Bot.* **33**: 53-57.

Coulter, J.M and Chamberlain, G.J. 1903. **Morphology of Angiosperms**. New York.

Eames, A.J. 1961. **Morphology of Angiosperms.** New York.

Gerassimova, H. 1933. Fertilization in *Crepis capillaris*. *Cellule,* **42**: 103-148.

Gupta, A.R. 1963. The embryology of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Mill. *Phytomorphology*, **14**: 530-547.

Haupt, A.W. 1934. Ovule and embryo sac of *Plumbago capensis*. *Bot.Gaz.* **95**: 649-659.

Ishikawa, M. 1918. Studies on the embryo sac and fertilization in *Oenothera. Ann.Bot.* **32:** 279-317.

Johri, B.M. 1935. Studies in the family Alismaceae. I *Limnophyton obtusifolium* Miq. *J.Indian Bot.Soc.* **14:** 49-66.

Johri, B.M and Bhatnagar, S.P. 1960. Embryology and taxonomy of the Santalales. J. *Proc.natn.Inst.Sc*, India, **26B:** 199-220.

Johri, B.M and Garg, Sudha. 1959. Development of endosperm haustoria in some Leguminosae. *Phytomorphology,* **9:** 34-46.

Johri, B.M and Prakash, Sudha. 1965. Morphological and embryological studies in the family Loranthaceae-XI. *Tainostemma acaciae* (Zucc) Van Tiegh. *Phytomorphology*, **15:** 150-158.

Kapil, R.N. 1960. Embryology of *Acalypha* L. *Phytomorphology,* **10**: 174-189.

Kausik, S.B. 1938a. Studies in the Proteaceae I. Cytology and floral morphology of *Grevillea robusta* Cunn. *Ann.BotN.S.***2:** 899-910.

Kausik, S.B. 1938b. Studies in the Proteaceae. II. Floral anatomy and morphology of *Macademia ternifolia* F-Muell. *Proc. Indian. Acad.Sci.Sect.***B8:** 45-62.

Khan, R. 1942. A contribution to the embryology of *Jussieua repens* L. *J. India. Bot. Soc.* **21:** 267-282.

-----------1954. A contribution to the embryology of *Utricularia flexuosa* Vahl, *Phytomorphology*, **4:** 80-117.

Krishna Iyengar, C.V. 1937. Development of embryo sac and endosperm haustoria in some members of the Scrophularineae. I. An account of *Sopubia delphinifolia* G. Don and Alonsoa sp. *J. Indian Bot.Soc.* **16:** 99-109.

----------1942. Development of seed and its nutritional mechanism in Scrophulariaceae. I. *Rhamphicarpa longiflora* Benth., *Centranthera hispida* Br. and *Pedicularis zeylanica* Benth. *Proc. Natl. Inst. Sci. India.* **8:** 249-261.

Lakshmanan, K.K. 1961. Embryological studies in the Hydrocharitaceae. I. *Blyxa octandra* Planch. *J. Madras. Univ.* **31:** 133-142.

---------1965. Embryological studies in the Hydrocharitaceae. IV. Post-fertilization development in *Hydrilla verticillata* Royle. *Phyton,* **22:** 45-50.

Maheshwari, P.1946. The *Fritillaria* type of embryo sac: a critical review. *J.India. Bot.Soc.* M.O.P Iyengar Comm. Vol.pp.111-119.

--------1937. A critical review of the types of embryo sac in angiosperms. *New Phytol.* **36:** 359-417.

-------1941. Recent work on the types of embryo sac in angiosperms a critical review. *J.Indian Bot. Soc.* **20:** 229-261.

-------1946b. The *Adoxa* type of embryo sac – a critical review. *Lioydia*, **9**: 73-113.

-------1947. Tetrañucleate embryo sac in angiosperms. *Lioydia,* **9**: 1018.

-------1950. Polyembryony, Paleobotanica, Sahni Memorial Vol

-------1950. **An indroduction to the embryology of Angiosperms.** Tata-Me Graw Hill. Pub. Delhi.

Mohan Ram, H.Y and Kamini, Isha.1964. Embryology and fruit development in *Withania somnifera. Phytomorphology,* **14**: 574-587.

Mohan Ram, H.Y and Wadi, Mirdul. 1964. Endosperm in Acanthaceae, *Phytomorphology*, **9**: 275-277.

Padmanabhan, D. 1964. The embryology of *Avicennia officinalis.* II. Endosperm. *Phytomorphology,* **14**: 442-451.

Periasamy, K. 1960. The ruminate endosperm. Development and types of rumination. In Plant Embryology- A sympossium pp.62-74.

-------1961. Studies in the Annonaceae. 2. The development of ovule and seed in *Cananga odorata* and *Miliusa wightiana. J. Indian.Bot.Soc.* **40**: 206-216.

------1961b. Studies on seeds with ruminate endosperm. 1. Morphology of the ruminating tissue in *Myristica fragrans. J. Madras Uni.* **31B**: 53-58.

------1962. Studies on seeds with ruminate endosperm. 2. Development of rumination in the Vitaceae. *Proc. Indian Acad. Sci.* **56B**: 13-26.

-----1965b. Studies on seeds with ruminate endosperm. 4. Development of rumination in *Coccoloba uvifera*. *J.Indian. Bot. Soc.* **45**: 543-548.

----1965. A contribution to the floral morphology and embryology of *Tarenna asiatica*. Beitr. *Biol.Pflanzen*, **41**: 123-138.

Periassamy, K and Swamy, B.G.L. 1966. Morphology of the anther tapetum of angiosperms. *curr. Sci.* **35**: 427-430.

Soueges, E.C.R. 1934-1939. Exposes d'embryologie et de morphologie vegetables. Vols.a toX. Paris.

-------1948. Embryogenie des papilionacees. évelopment de l'embryon chez le *Vicia faba* L. (= *Faba vulgaris* Moench). Compt. Rend. *Acad. des.sci. Paris*, **226**: 2101-1103.

Swamy, B.G.L. 1943. Gametogenesis and embryogeny of *Eulophea epidendraea* Fisher. *Proc. Natl. Inst. Sci. India.* **9**: 59-65.

-------1946. The embryology of *Zuxine sulcata* Lindl. *New Phytol.* **45**: 132-136.

-------1948. Embryological studies in Orchidaceae. I. Gametophytes. *Amer. Midland Nat.* **41**: 184-201.

------1963. The origin of cotyledon and epicotyl in *Ottelia alismoides*. *Beitr. Biol.Pfl.* **39**: 1-16.

------- and parameswaran, N. 1963. The Helobial endosperm. *Biol. Rev.* **38**: 1-50.

------- and Periasamy, K. 1955. Contribution to the embryology of *Acrotrema arnottianum. Phytomorphology,* **5**: 301-314.

Vijayaraghavan, M.R. 1969. Studies in the family Ranunculaceae, Morphology and embryology of *Nigella damascena. Phytomorphology*, **19**: 147-153.

கலைச்சொற்கள்	
Abelmoschus esculentus	
Acacia melanoxylon	
Acacia senegal	
Achrus sapota	
Aconitum napellus	
Acrotrema	
Active wood	
Adina cordifolia	
Adnation	
Adoxa moschatellina	
Adoxa type	
Adventive embryony	
Aerva scandens	
Agamospermy	
Albuminous cell	
Allium type	
Amoeboid	
Amphistomatic	
Amphitropous	
Amphivasal	
Amyloplast	
Anatropous	
Anemophyliy	
Angular collenchyma	
Annual ring	
Annular collenchyma	

Anticlinal	
Antipodal cells	
Apocarpus	
Apomixis	
Aquilaria malaccensis	
Arabidopsis thalina	
Arc cambium	
Arceuthbium	
Archesporium	
Argemone mexicana	
Aromatic wood	
Artemesia herba-alba	
Artemesia tridentata	
Articulated anastomosing	
Articulated laticifer	
Articulated non anastomosing	
Asclepias	
Asphodalus	
Asterad type	
Astro sclereids	
Atamosco texana	
Bachinia sericella	
Baculum	
Bark	
Batis maritima	
Bauhinia divaricata	
Bauhinia longidorffiana	
Bauhinia rubiginosa	

Beta vulgaris	
Bi collateral	
Boerhaavia	
Bordered pit	
Boswellia serrata	
Branch traces	
Bulliform	
Bundle sheath extension	
Butomus	
Calamus rotang	
Callus	
Campylotropous	
Canabis sativa	
Cananga	
Cannabis sativa	
Cap meristem	
Capsella bursa-pastoris	
Capsicum annum	
Carica papaya	
Carreya eliptica	
Carya illinonensis	
Cassytha filiformis	
Catkin	
Cellular type	
Centrifugal	
Ceratophyllum	
Ceratostigma	
Chalaza	

Chalazagamy	
Charyopyllod type	
Cheiropterophily	
Chenopodial type	
Chloroxylon swietenia	
Chromoplast	
Cicatrization	
Cleavage Polyembryony	
Cleistogamous	
Closing layer	
Cocos nucifera	
Cohesion	
Colchium autumnale	
Collateral vascular bundle	
Colpus	
Commelina bengalensis	
Companion cells	
Complementary cells	
Complex tissue	
Compound endosperm	
Compound laticifer	
Compound sieve plate	
Compression wood	
Conducting tissue	
Connecting strands	
Convolvulus	
Corchorus capsularis	
Cork	

Crassula schmidii	
Crinum asiaticum	
Cross section	
Crucianella latifolia	
Crystallite	
Cuticle	
Cuticularization	
Cutinization	
Cystolith	
Dacantha unguscontі	
Dalbergia latifolia	
Dalbergia sisso	
Datura innoxia	
Datura innoxia	
Deciduous forest	
Definitive callose	
Dendrochronology	
Dendrophthora	
Derivatives	
Dermal tissue	
Dichogamy	
Diffuse porus	
Diospyrus chloroxylon	
Diplospory	
Dormancy callose	
Dorsi –ventral	
Double ctstolith	
Drusa oppositifolia	
Drusa type	

Dry stigma	
Early wood	
Echinocystis macrocarpa	
Ectodesmata	
Egg apparatus	
Ektexine	
Elaioplast	
Embryo	
Embryo culture	
Embryo haustorium	
Endexine	
Endomitosis	
Endosperm	
Endosperm culture	
Ephydrophily	
Epiblast	
Epistase	
Epistomatic	
Epithelium	
Ergastic substances	
Erythronium americanum	
Eucalyptus citriodora	
Eulophia epidendra	
Evergreen forest	
Exine	
External secretory system	
Fascicular cambium	
Fascicular cambium	

Female gametophyte	
Festula pratensis	
Fibre-sclereids	
Ficus elastica	
Floral traces	
Floral vasculature	
Foot-layer	
Fritillaria type	
Funiculus	
Fusiform initial	
Galium	
Geitonogamy	
Gelatinous fibres	
Glandular endothelium	
Glandular tapetum	
Gloriosa	
Granum	
Grevillea robusta	
Ground meristem	
Growth ring	
Guard cells	
Gum ducts	
Gummosis	
Guttation	
Gynogenesis	
Halophila ovata	
Halophytes	
Heart wood	

Hedychium	
Helleborus foetidus	
Helobial type	
Hemianatropous	
Hevea brasiliensis	
Hibiscus cannabinus	
Hilum	
Histogen	
Holoptelea	
Hordeum distichon	
Hordeum vulgare	
Hyacinthus orientalis	
Hydathodes	
Hydrophyily	
Hydrophytes	
Hyocyamus niger	
Hyperplasia	
Hypertrophy	
Hypodermis	
Hypostase	
Hypostomatic	
Idioblast	
Impatiens	
Inactive wood	
Integument	
Integumentary tapetum	
Inter xylary phloem	
Interfascicular cambium	
Interfasicular cambium	

Internal secretory system	
Interxylary cork	
Intine	
Intra xylary phloem	
Ipomoea batatas	
Isobilateral	
Korthalsella opuntia	
Kranz tissue	
Lacunar collenchyma	
Lagerstroemia indica	
Lagerstroemia lanceolata	
Late wood	
Lateral meristem	
Laticifer	
Leaf abcission	
Leaf buttress	
Leaf gap	
Leaf traces	
Lenticell	
Leptadenia	
Leucoplast	
Linaria	
Lithocyst	
Lobed parenchyma	
Lolium multiflorum	
Luzula fortsteri	
Lycopersicum esculentum	
Lysogenous method	
Macadamia ternifolia	

Maceration	
Macro sclereid	
Male sterlity	
Mallotus japonicus	
Malva neglecta	
Mangifera indica	
Mass meristem	
Mechanical tissue	
Medullary bundle	
Medullary fibres	
Megasporogenesis	
Meiosis	
Melitotus	
Meristem	
Mesogenous	
Mesoperigenous	
Mesophyll	
Micropyle	
Milusa	
Multiple epidermis	
Multiple periderm	
Multiseriate epidermis	
Musa errans	
Myristica fragrans	
Nacreous	
Nechrohormone	
Nectaries	
Nerium oleander	
Nicotiana sylvestris	

Nicotiana tabacum	
Non articulated branched	
Non articulated laticifer	
Non-storied cambium	
Nucellar cap	
Nuclear type	
Oenothera type	
Oil duct	
Onegra type	
Open style	
Opposite pitting	
Ornithophily	
Orobanche aegyptiaca	
Orthotropous	
Osmophores	
Osteo sclereids	
Oxalis acetosella	
Pandanus	
Paper somniferum	
Parthenocarphy	
Parthinogenisis	
patientia	
Penea type	
Peperomia type	
Periclinal	
Periderm	
Perigenous	
Periplasmodial	
Petiole	

Petunia axillaries	
Phaseolus	
Phaseolus vulgaris	
Phellem	
Phelloderm	
Phellogen	
Phloem	
Phloem fibres	
Phloem plastids	
Phloem ray	
Phloem sclerenchyma	
Photosynthetic tissue	
Piperad type	
Pithacellobium	
Plasmodesmata	
Plumbagella micronta	
Plumbagella type	
Plumbago capensis	
Plumbago europaea	
Plumbago type	
Plumule	
Poa annua	
Podophyllum	
Polar nucleus	
Pollination	
Pollinium	
Polyderm	
Polyembryony	

Polygonum type	
Polyploid	
Porogamy	
p-protein	
primary phloem	
Primary sporogenous	
Primary thickening meristem	
Primula vulgaris	
Proembryo	
Pterocarpus dalbergioides	
Pterocarpus macrocarpus	
Pterocarpus marsupium	
Pyrus cummunis	
Pyrus malus	
Quercus gambelii	
Quercus suberba	
Quiescent centre	
Quinchanmalium chilense	
Radial longitudinal	
Radicle	
Ramiform pits	
Ranunculus	
Ranunculus scleratus	
Raphanus sativus	
Ray initial	
Reaction wood	
Rhytidome	
Rib meristem	
Rib meristem	

Ring bark	
Ring porus	
Rubia oliverii	
Rumex	
Ruminate endosperm	
Saccharam officinarum	
Sagittaria	
Salt gland	
Salvadora	
Sandal crystal	
Sanseveria	
Santalum album	
Sap wood	
Saxifraga aizoides	
Scaly bark	
Schizogenous method	
Sclariform pitting	
Sclerenchyma	
Scutellum	
Secondary nucleus	
Secondary phloem	
Secretory structures	
Self-sterility	
Semi-solid style	
Serjania ichthyoctona	
Shell bark	
Shorea robusta	
Sieve areas	
Sieve cells	

Sieve elements	
Sieve tubes	
Simple laticifer	
Simple pit	
Simple sieve plate	
Simultaneous division	
Solanad type	
Solid style	
Sparganium	
S-plastids	
Sporopollenin	
Spring wood	
Stamen	
Stomatal index	
Storage tissue	
Storied cambium	
Storied cork	
Styloid	
Styphelia	
Suberization	
Subsidiary cells	
Sulcus	
Summer wood	
Sunken stomata	
Syncarpus	
Synergids	
Syngamy	
Tapetum	
Taraxacum koksaghys	

Tectona grandis	
Tectum	
Tension woods	
Tetracentron	
Theobroma cacao	
Tiliocora racemosa	
Torena	
Transfer cell	
Traumatic	
Trianthema	
Trichomes	
Triglochin	
Tulipa	
Tyloses	
Tylosoides	
Ubisch bodies	
Umblicus intermedicus	
Utricularia	
Vagelia	
Vallisneria spiralis	
Vascular traces	
Vermiform appendage	
Vesicle	
Viola mirabilis	
wall labyrinthus	
Wet stigma	
Wolffia microscopica	
Woodfordia floribunda	
Wound cambium	

Xenogamy	
Xerophytes	
Xylem ray	
Zauchneri latifolia	
Zea mays	
Zephyranthes	
Zygophyllum dumosum	
Zygotic mantle	

DR. T.P.M. LIBRARY ★ MADURAI KAMARAJ UNIVERSITY ★
299139